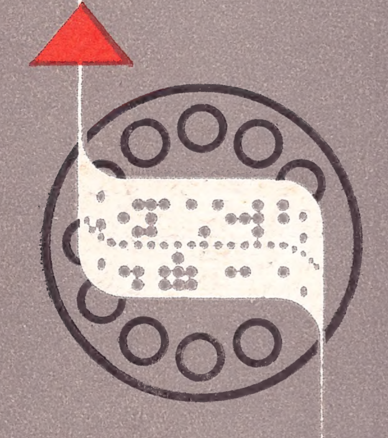
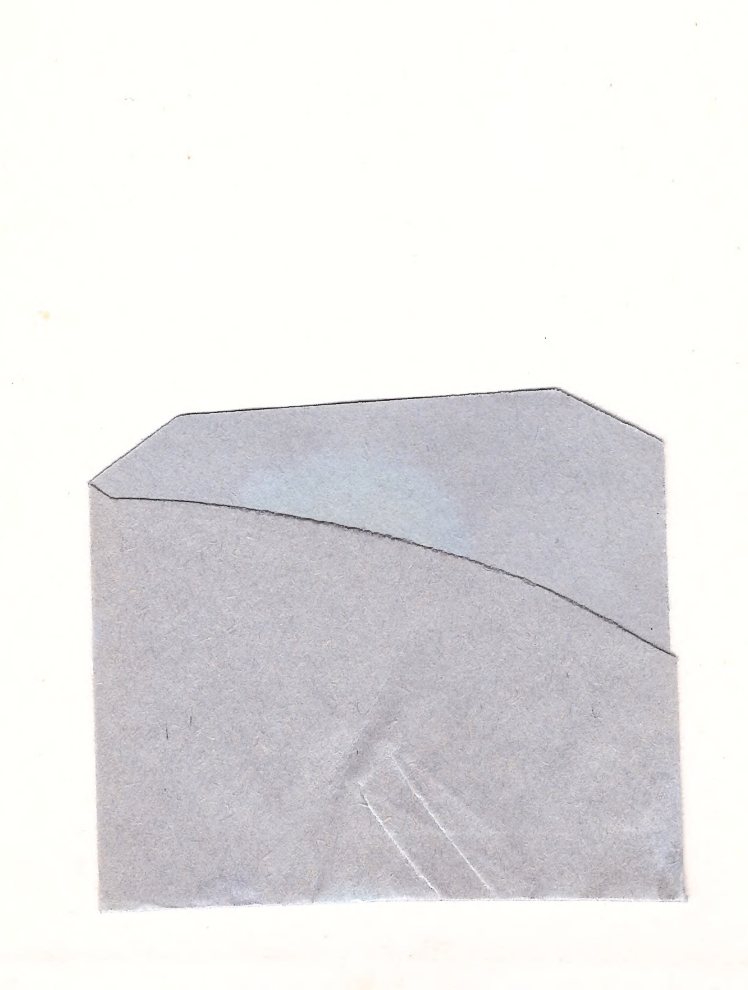
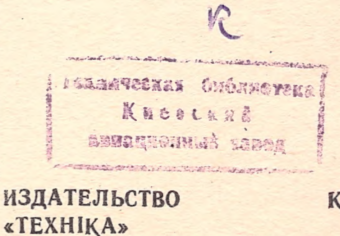
Справочник по техническим средствам сбора и передачи информации





Справочник по техническим средствам сбора и передачи информации



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНІКА»
КИЕВ 1973

6Ф6.5(083)
С74

УДК 681.327.8

Справочник по техническим средствам сбора и передачи информации. Мясковский Г. М., Кривоногов Ю. А., Колесниченко П. А., Конрад Г. А., Прокошин Г. А. «Техніка», 1973, 288 стр.

Описано применение технических средств сбора и передачи информации в системах управления производством. Рассмотрены классификация технических средств, рекомендации по выбору и применению оборудования, расчет качественных показателей систем сбора и передачи информации. Изложены вопросы надежности и технической эксплуатации. Дана оценка экономической эффективности капитальных вложений. Приведены описание и технические характеристики аппаратуры, выпускаемой отечественной и зарубежной промышленностью. Рассчитана на инженерно-технических работников предприятий и научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждений, занимающихся исследованием, разработкой, внедрением и эксплуатацией технических средств систем управления, а также может быть полезна студентам соответствующих специальностей.

Табл. 72, илл. 84, библ. 130.

Рецензент *Л. Д. Кравченко*, канд. техн. наук

Редакция литературы по энергетике, электронике, кибернетике и связи
Заведующий редакцией инж. *З. В. Божко*

$С\frac{3314—182}{М202(04)\text{-}73}$ 249-73

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с широким развитием в нашей стране работ по перестройке и совершенствованию систем управления на базе использования экономико-математических методов и средств вычислительной техники, предусмотренных директивами XXIV съезда КПСС, значительно повысились требования к техническим средствам сбора и передачи информации.

Комплекс технических средств систем управления складывается, как правило, из различного рода взаимодействующих между собой устройств автоматики, телемеханики, связи и вычислительной техники, функционирование которых подчинено единой цели управления.

Структурный анализ комплексов технических средств систем управления показал, что 50—80% капитальных затрат приходится на средства сбора, передачи и первичной переработки информации, куда входят не только периферийные устройства ЭВМ, но и средства оперативного управления производством. Исследования показали также, что большая часть традиционных средств связи (междугородние телефонные и телеграфные сети, городские автоматические телефонные сети, районные и внутрипроизводственные телефонные и радиосети) не удовлетворяют в полной мере требованиям автоматизации систем управления и требуют существенной доработки.

В условиях нынешней научно-технической революции наблюдаются тенденции к расширению контуров управления и включения в них широкого диапазона функций от управления отдельными машинами, процессами, производством до управления отраслью; имеются тенденции к усложнению самих объектов управления. Все это в конечном итоге приводит к усложнению систем управления (структуры, технического и математического обеспечения и др.), наряду с этим повышаются требования к качественным характеристикам систем (особенно информационного обеспечения). С другой стороны, чем сложнее система, тем она более чувствительна к воздействиям внешней среды.

В последние годы получила дальнейшее развитие и теоретическая база систем управления — методология системного анализа. Благодаря этому появилась практическая возможность более полно учесть факторы, существенно влияющие на работу технических средств, найти не только их качественные, но и количественные характеристики, используя при этом вероятностные критерии. Все это и обусловило необходимость систематического изложения вопросов разработки, расчета и целенаправленного выбора технических средств сбора и передачи информации, их внедрения и эксплуатации.

Ограниченный объем книги вынуждает авторов исключить из обширного круга вопросов, так или иначе связанных с рассматриваемой проблемой, те из них, которые получили удовлетворительное отражение в других изданиях. Это обстоятельство затруднило комплектование материала и привело к необходимости сделать каждую главу независимой.

Книга написана группой авторов в составе: Мясковский Г. М.— главы I—III, VIII; Кривоногов Ю. А.— главы II—VI, приложения; Колесниченко П. А. и Прокошин Г. А.— глава VI; Конрад Г. А.— главы VII—VIII.

Авторы пользуются случаем, чтобы выразить свою глубокую благодарность докт. физ.-мат. наук В. В. Шкурбе, кандидатам техн. наук Л. Д. Кравченко и В. Г. Бондаренко за их замечания и советы, которые способствовали улучшению книги.

Отзывы и пожелания просим направлять по адресу: *252601, Киев, 1, ГСП, Пушкинская, 28, издательство «Техніка».*

Глава I. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Система управления — это взаимоувязанный комплекс взаимодействующих объектов, состоящий из органа управления, объекта управления, методов управления и средств реализации методов управления (средств управления), деятельность которых направлена на достижение заданной цели управления. Наиболее общая структурная схема системы управления приведена на рис. 1.

Процесс управления складывается из последовательности операций по анализу информации, отображающей ситуацию, в которой находится система управления, принятию решения, реализации решения, восприятию отображения нового состояния объекта управления. Процесс управления иллюстрирует рис. 2. Как видно, процесс управления — это информационный процесс, который заключается в сборе информации о ходе производства, передаче ее в пункты накопления и переработки, анализе поступающей, накопленной и нормативно-справочной информации, принятии решения на основе выполненного анализа, выработке соответствующего воздействия и доведении его до объекта управления. Каждая операция такого процесса протекает во взаимодействии с окружающей средой, при воздействии различного рода помех.

Для осуществления процесса управления система должна состоять из следующих составных частей:

алгоритмического и математического обеспечения;

информационных массивов;

технической базы, содержащей ЭВМ и средства сбора и передачи информации;

совокупности организационно-технических мероприятий.

Части системы должны удовлетворять ряду требований, определяющих их качественные и количественные характеристики.

В настоящее время и в обозримом будущем роль средств управления будет принадлежать человеку, психофизические особенности которого еще долго будут определять возможности систем управления.

Наиболее существенные ограничения, накладываемые на систему человеком как средством управления, сводятся к следующему. Человек не способен в ограниченное время в условиях производства принимать оптимальные решения по регулированию хода производства. Это объясняется невозможностью не только своевременного получения полной информации о ходе производства, но и учета всей этой информации. На точность решений, принимаемых человеком в данных условиях, оказывает значительное влияние и сравнительно высокая вероятность искажения информации при ее регистрации и прохождении через несколько звеньев цепи управления. Кроме того, в подавляющем большинстве случаев решения, принимаемые человеком на основе какого-либо возмущающего воздействия или группы их, доводятся до исполнителей со значительным запаздыванием. Это запаздывание происходит вследствие несвоевременного получения информации, причем время запаздывания зависит от скорости сбора и подготовки первичной информации к обработке, скорости анализа информации и принятия на его основе решения, ранга иерархии и времени доведения до исполнителей выработанного решения.

Процесс совершенствования систем управления может развиваться двумя путями. Первый из них — организационно-экономический, заключающийся, в основном, в обеспечении четкого разграничения функций и ответственности работников системы управления и создания всех условий для максимального обеспечения материальной заинтересованности каждого работника в устойчивом функционировании объекта.

Второй путь, неразрывно связанный с первым и являющийся его логическим продолжением, заключается в применении в управляющей системе автоматических устройств, позволяющих разгрузить человека от монотонного умственного труда, а также уменьшить, а иногда и устранить отдельные недостатки человека как средства управления. Этот путь предполагает широкое использование различных устройств вычислительной техники и оргтехники для сбора, передачи, накопления, обработки и представления человеку экономической информации в процессе управления предприятием.

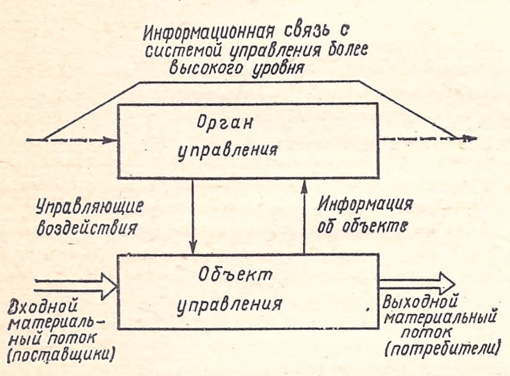


Рис. 1. Общая структурная схема системы управления.

Необходимо отметить еще раз, что по второму пути совершенствования управления необходимо идти только в том случае, когда изысканы и введены в действие все организационно-экономические возможности улучшения качества управления. В связи с тем, что внедрение технических средств в управляющую систему открывает дополнительные возможности применения организационно-экономических методов, возможно параллельное движение по двум путям. Но никогда второй путь не должен предшествовать первому, так как это может привести в конечном итоге к дискредитации самого принципа автоматизации управления.

Анализ исторических аспектов развития систем управления, оснащенных вычислительной техникой, свидетельствует о том, что они прошли три этапа и входят в четвертый. Первый этап характеризовался тем, что отдельные задачи планирования и управления программировались и решались с помощью ЭВМ, органически не связанных ни с управляющей системой, ни с объектом управления. Обращение к ЭВМ носило эпизодический характер и ставило цель — получение оптимального варианта технических решений, оптимального плана и т. д. На этом этапе применялись, как правило, ЭВМ первого поколения, почти не содержащие внешних устройств и устройств сопряжения с каналами связи. Информация доставлялась к ЭВМ в виде печатных документов, и весь процесс ее подготовки и ввода в машину осуществлялся непосредственно на вычислительном центре.

Второй этап ознаменовался включением ЭВМ в состав системы управления в качестве основного средства комплексной механизации управленческого труда. ЭВМ на этом этапе работает в режиме советчика, обрабатывая систематически поступающую производственную и планово-экономическую информацию и выдавая результаты в удобном для восприятия человеком виде. Вычислительный центр укомплектовывается аппаратурой согласования с каналами связи, дополнительными запоминающими устройствами. Информация доставляется на вычислительный центр как по каналам связи малой протяженности, так и в виде печатных документов. На этом этапе использовались ЭВМ первого и второго поколений, преимущественно в локальных системах управления.

Третий этап характеризуется выходом ЭВМ из локальных систем управления и реализацией ими наряду с функциями советчика функций управления. Это потребовало значительного умощнения вычислителей, расширения емкостей запоминающих устройств, значительного развития периферийного оборудования и аппаратуры сопряжения с каналами связи не только местными, но и междугородними. На третьем этапе используются, в основном, ЭВМ третьего поколения, работающие в территориальных отраслевых и межотраслевых системах управления.

Общим свойством трех этапов является использование ЭВМ одновременно, как правило, для решения одной задачи. В таком режиме неэффективно используется мощность вычислителя, быстродействие которого во много раз превышает скорости ввода — вывода информации.

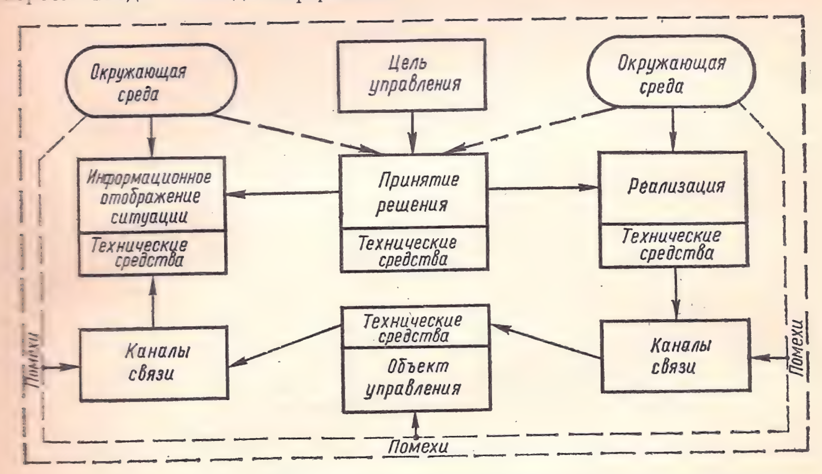


Рис. 2. Структурная схема процесса управления.

Четвертый этап связан с резким повышением эффективности АСУ путем применения так называемого режима разделения времени. Такой режим достигается дальнейшим развитием периферийной техники и состоит в том, что ЭВМ большой мощности снабжается выносными пультами управления, сопряженными с соответствующими каналами связи и размещаемыми на расстояниях десятков, сотен и даже тысяч километров от вычислительного центра. Таких дистанционных пультов управления может быть десятки и сотни на один вычислительный центр. При помощи выносного пульта можно, связавшись с вычислительным центром, осуществить те же основные операции, что и на главном пульте управления: ввести информацию, задать программу, вывести результаты расчетов. Выносными пультами могут пользоваться периферийные диспетчерские пункты, центры управления производством. В них могут быть непосредственно включены автоматические датчики систем централизованного сбора информации.

Обращение к ЭВМ может быть одновременным. При этом специальная программа-диспетчер коммутирует входную и выходную информации в соответствии с очередностью или приоритетом абонентов, рационально используя при этом блоки ЭВМ, что создает видимость одновременного удовлетворения большого числа заявок. ЭВМ, рабстающие с разделением времени, составляют четвертое поколение.

Нетрудно проследить, как от поколения к поколению ЭВМ, от этапа к этапу развития систем управления повышается роль периферийных устройств и каналов связи.



Рис. 3. Классификация технических средств сбора и передачи информации.

Имеющиеся в литературе прогнозы предсказывают дальнейшее повышение роли и значения технических средств сбора и передачи информации, средств связи между ЭВМ, а также средств доставки переработанной информации потребителям. Одновременно с этим неизмеримо возрастают требования к их качественным показателям.

Технические средства сбора и передачи информации (ТССПИ), составляющие предмет данного рассмотрения, являются наиболее емкой составной частью системы управления как по капитальным вложениям (50—80%, а иногда и более), так и по трудозатратам на выполнение операций по сбору и первичной переработке производственной информации (не менее 60%). Примерная классификация ТССПИ приведена на рис. 3 и охватывает наряду с устройствами, непосредственно сопрягаемыми с ЭВМ, традиционные средства передачи различного рода информации. При этом имеется в виду, что комплекс связи систем управления должен обеспечить возможность получения информации любого вида со всех производственных звеньев, включая подвижные объекты, передачу во все производственные звенья управляющей информации в таком виде, который удобен для ее восприятия или отображения. Для этого могут понадобиться различного рода технические средства.

В общем случае каналы связи должны обеспечить: сбор и передачу в пункты первичной обработки и подготовки исходной информации произвольного вида (акустической, алфавитно-цифровой, геометрической, шкальной или визуальной); передачу преобразованной к виду, удобному для ввода в ЭВМ, информации от пунктов сбора и первичной обработки в ИВЦ; передачу систематизированной промежуточной оперативной информации с пунктов сбора и первичной обработки в местные пункты управления для предварительного анализа и использования; передачу переработанной в ЭВМ информации в пункты управления для отображения и использования в процессе управления; передачу командно-распорядительной информации произвольного вида с пунктов управления к объектам управления; передачу регламентируемой информации на более высокий уровень системы управления; обмен информацией между ИВЦ; обмен информацией со справочно-информационными фондами и т. д.

Наиболее общими требованиями к принимаемой информации являются ее своевременность, полнота и верность. *Своевременность* информации, или ее оперативность, достигается наряду с рационализацией информационных потоков путем научно обоснованного выбора наиболее совершенной каналообразующей аппаратуры и наиболее рациональных схем организации сети. *Полнота* информации определяется степенью охвата сетью сбора и передачи информации объектов управления. *Верность* информации характеризуется мерой отклонения принятой информации от переданной и достигается совокупностью ряда организационных и технических мероприятий (метод контрольных сумм, дублирование документов, многократная передача, помехоустойчивое кодирование, повышение качества используемых каналов связи, применение специальной аппаратуры с обнаружением и исправлением ошибок и т. д.).

Следует иметь в виду, что перечисленные факторы взаимосвязаны, и абсолютного выигрыша по их совокупности получить нельзя.

На рис. 4 представлена примерная обобщенная схема вариантов организации каналов связи информационно-вычислительного центра некоторой системы управления. Основным средством передачи данных по междугородным каналам связи общего пользования является абонентский телеграф. Скорость передачи в сети абонентского телеграфа в этой пятилетке будет доведена до 200 *бод*. По некоммутируемым каналам связи (в основном, между вычислительными центрами) используются высокоскоростные системы передачи данных. Не исключено использование скоростной аппаратуры передачи данных и по коммутируемым телефонным каналам связи (городским и междугородным), однако имеющие в них место кратковременные прерывания и импульсные помехи требуют использования специальных методов и устройств повышения достоверности информации. Обеспечивая вероятность ошибки не более 10^{-6}—10^{-7}, такие мероприятия и устройства не

обеспечивают эффективного использования пропускной способности каналов связи.

В ряде случаев необходимо использование различных каналов на соответствующих участках тракта передачи данных, в который включаются наряду с проводными радиорелейные и радиолинии. В этом случае требуется согласование характеристик соответствующих каналов.

Большая группа источников информации является подвижными объектами, рассредоточенными на значительной территории. Задача сбора информации в этом случае решается путем использования радиосетей, замыкающихся на

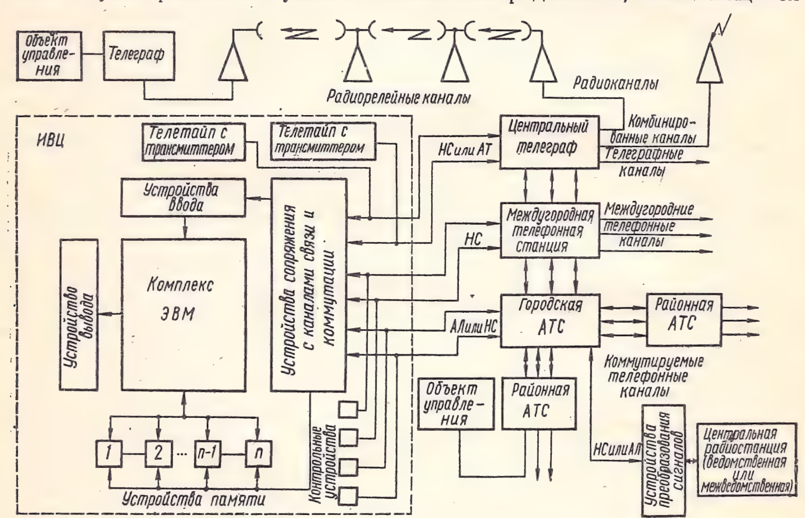


Рис. 4. Примерная структурная схема взаимодействия различных видов связи в системе управления:
АТ — абонентский телеграф; *АЛ* — абонентская линия; *НС* — непосредственное соединение.

пункты сбора и первичной обработки информации, где ее приводят к виду, удобному для ввода в ЭВМ. Естественно, что чем протяженнее тракт передачи и чем большее количество разнородных каналов в него входит, тем труднее обеспечить требуемую надежность его работы и достоверность передаваемой информации.

Перечислим наиболее общие требования, предъявляемые к техническим средствам сбора и передачи информации:

обработка всех или отдельных (в зависимости от потребности) видов сообщений, предусмотренных в обслуживаемой системе управления;

коммутация сообщений в требуемые пункты в определенные моменты времени, согласование коммутируемого оборудования по входу и выходу;

обеспечение такой емкости сети, которая позволила бы одновременную передачу требуемого объема нагрузки;

обеспечение требуемой достоверности (минимума потерь) информации, циркулирующей в системе управления;

обеспечение требуемых характеристик надежности;

обеспечение высоких эксплуатационных качеств, удобства управления и обслуживания, доступности;

обеспечение заданной эффективности при условии выполнения всех других требований.

Технические средства сбора и передачи информации обладают рядом особенностей. Их функционирование связано с транспортировкой сообщений, которые поступают в тракт обработки и передачи и покидают его через преобразователи, называемые оконечными устройствами (телетайпы, телефонные аппараты, автоматические датчики и т. д.).

ТССПИ реализовывают функции коммутации и функции передачи. *Функции коммутации* состоят в создании соединений по заданным направлениям и адресам за определенный промежуток времени и их разрушение по истечении этого времени. *Функции передачи* состоят в обеспечении нормального прохождения сигналов (физических носителей сообщений) по созданным в результате коммутации соединениям. В тех случаях, когда между пунктами передачи и приема существуют постоянные соединения, функции коммутации отсутствуют, а канал передачи называется некоммутируемым.

Различают два метода коммутации — коммутацию цепей и коммутацию сообщений. *Коммутация цепей* предусматривает образование соединения между пунктами передачи и приема. Например, телефонная сеть, радиосеть, абонентский телеграф и т. д. *Коммутация сообщений* состоит в том, что сообщения передаются по ряду последовательных участков, причем каждый последующий пункт непосредственно соединен в период передачи только с предыдущим. На каждом пункте сообщения запоминаются и затем направляются в следующие пункты. При коммутации сообщений последние, пройдя очередной участок, покидают тракт передачи, т. е. между оконечными пунктами передачи и приема необходимо иметь столько пар оконечных приборов, сколько имеется участков. При коммутации цепей требуется всего два оконечных прибора. Метод коммутации сообщений, который иногда называют методом накопления и передачи, требует наличия промежуточных накопителей, операции переприема и накопления, а также значительных затрат времени. Тем не менее, этот метод обладает бесспорным достоинством — он позволяет распределить равномерно нагрузку сети во времени.

ТССПИ должны обеспечивать прохождение и обработку не только основных сообщений, но и ряда вспомогательных, необходимых для контроля и управления функциями коммутации, сигнализации вызова абонента, иногда для контроля верности принятых основных сообщений и т. д.

ТССПИ могут содержать от одного до нескольких тысяч каналов, что позволяет обеспечить их универсальность. Многоканальные системы передачи позволяют осуществлять одновременную передачу различного рода сообщений. Например, телевизионной программы, телефонных переговоров, телеграмм, и т. д.

Наконец, исходным сырьем и продукцией ТССПИ являются сообщения, которые, в свою очередь, характеризуются рядом наиболее общих групп свойств: пространственными, временными, информационными и физическими.

Перечислим ряд свойств сообщений для сигналов, входящих в эти четыре группы:

пространственные (количество и плотность расположения источников и получателей; распределение расстояний от источников к получателям; пространственные соотношения между каналами; распределение одноименных физических размеров сообщений);

временные (распределение начальных моментов во всех рассматриваемых интервалах времени; распределение длительности сообщений; распределение форм сигналов; распределение сообщений с различными информационными свойствами);

информационные (применяемые языки и коды; информационное содержание — как статистическое, так и семантическое; эффективность; скорость прохождения информации);

физические (виды волновых явлений; характеристики волн (частот), используемые для кодирования различных входов; методы передачи, коммутации и обработки накопленных вызовов; формы сигналов; взаимная корреляция между входными и выходными сигналами; размещение сигналов в полосе частот или

распределение во времени; частотные спектры: амплитудный, фазовый и энергетический).

Для транспортировки сообщений (сигналов) необходим носитель. Электрические носители можно разбить на два класса: носители, обеспечивающие направленную передачу (проводные линии и волноводы), и носители, в которых передача ненаправлена и сам носитель не ограничивает пути передачи (радионосители). *Направленные* носители: отдельный провод; пара проводов (открытый провод и кабель); коаксиальный кабель (наземный и подземный); волноводы (прямоугольные и круглые); другие виды носителей. *Направленные* носители: акустические носители; радионосители у земной поверхности; радиоволны, распространяющиеся в пределах прямой видимости; радиоволны, распространяющиеся посредством тропосферного и ионосферного рассеяния; ионизированная газовая плазма (для космической связи); радиоволны, распространяющиеся посредством ионосферного отражения.

Выбор того или иного класса носителей существенно отражается на структуре сети передачи информации, составе и характеристиках каналообразующей аппаратуры. Перечислим некоторые соображения, определяющие выбор носителей:

радионоситель незаменим, если требуется передача информации с подвижных объектов или на подвижный объект;

радионосителю отдается предпочтение в условиях, когда прокладка проводных линий невозможна, затруднена или экономически нецелесообразна;

радионосители предпочтительны в экстренных случаях, при необходимости быстрой организации линии или сетей передачи информации в аварийных ситуациях.

Во всех других случаях предпочтение обычно отдают использованию направленных носителей.

Глава II. РАДИОСВЯЗЬ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Радиосвязь — это передача сообщений электрическими сигналами без проводов. Односторонняя радиосвязь обеспечивает передачу сообщений в одном, двусторонняя — в обоих направлениях. Симплексная радиосвязь предусматривает поочередный обмен информацией путем коммутации приемно-передающей аппаратуры (рис. 5, *а*) и требует одной рабочей частоты. Дуплексная радиосвязь предусматривает одновременный или поочередный двусторонний обмен информацией без коммутации и требует двух разнесенных частот f_1 и f_2 (рис. 5, *б*).

Канал радиосвязи — это совокупность технических средств и среды распространения радиоволн, обеспечивающих передачу сообщений от источника информации к получателю. Каналы радиосвязи делятся на непрерывные, если входные и выходные сообщения непрерывны, дискретные, если входные и выходные сообщения дискретны, и непрерывно-дискретные (дискретно-непрерывные) в зависимости от того, какое из сообщений (входное или выходное) непрерывно или дискретно.

Линия радиосвязи — совокупность всех устройств и среды распространения радиоволн, обеспечивающих радиосвязь (рис. 6).

Радиосеть — это совокупность линий радиосвязи, работающих на общих частотах. Радиосети бывают коммутируемыми и некоммутируемыми.

Ретрансляция — это прием слабых сигналов на частоте f_1, усиление и переизлучение их на частоте f_2 (рис. 7). Ретрансляция может осуществляться в определенной зоне (например, телевизионная ретрансляция) или в заданном направлении. Принцип ретрансляции применяют при построении радиорелейных линий

связи, в которых используются две (рис. 7, *а*) или четыре (рис. 7, *б*) рабочие частоты.

Аппаратура уплотнения радиолиний — совокупность технических средств, обеспечивающих передачу по одной радиолинии двух и более различных сообще-

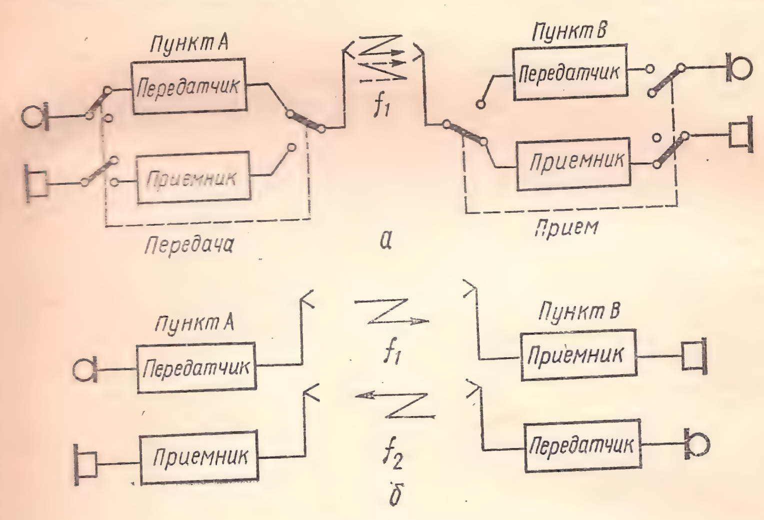


Рис. 5. Структурная схема радиосвязи:
а — симплексной; *б* — дуплексной.

ний, предназначенных разным получателям. Аппаратуру уплотнения используют в многоканальной радиосвязи (рис. 8).

Система радиосвязи — это совокупность радиосетей и технического персонала, реализующих в конкретных условиях определенные методы обмена информацией между разнесенными во времени и рассредоточенными в пространстве объектами — людьми, машинами, автоматами и др. (рис. 9) [38].

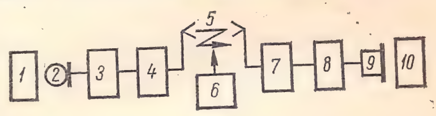


Рис. 6. Структурная схема линии радиосвязи:

1 — источник сообщения; *2* — преобразователь сообщения в сигнал; *3* — усилитель сигналов; *4* — преобразователь низкочастотного сигнала в высокочастотный, передатчик с антенной; *5* — среда распространения радиоволн; *6* — источник радиопомех; *7* — приемник с антенной; *8* — преобразователь высокочастотного сигнала в низкочастотный; *9* — преобразователь сигнала в сообщение; *10* — получатель сообщения.

Рассматривая комплекс радиосвязи как систему, необходимо учитывать ряд ограничений, суть которых состоит в следующем:

система радиосвязи создается и обслуживается человеком; она может быть в разной степени автоматизирована, но из рассмотрения исключаются полностью автоматические системы. В соответствии с этим рассматривают вопросы согласования взаимодействия человека, выступающего в роли источника либо получателя информации, обслуживающего персонала (например, дежурный оператор, ремонтер и др.) или функционального звена системы (например, радиооператор при передаче кодом Морзе, оператор в роли транслятора между каналами связи и ЭВМ и т. д.) с техническими средствами;

система радиосвязи достаточно сложна во взаимосвязях, большинство протекающих в ней процессов имеет вероятностную (случайную) природу. Поэтому, например, оценку качества функционирования системы следует производить с учетом всех воздействующих на нее факторов (характеристика аппаратуры, среда распространения радиоволн, психофизиологические особенности персонала, внешние условия и т. д.);

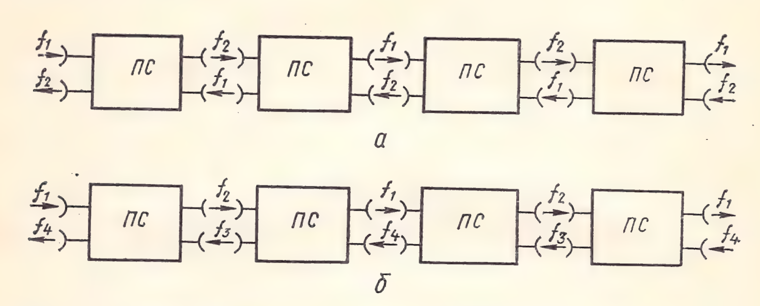


Рис. 7. Схемы, поясняющие принцип ретрансляции:
ПС — промежуточная станция.

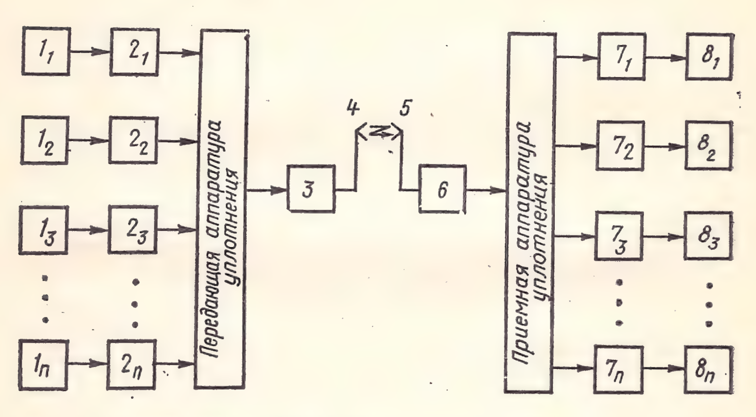


Рис. 8. Структурная схема многоканальной радиосвязи с использованием аппаратуры уплотнения:
1 и *8* — абоненты передающей и приемной сторон; *2* и *7* — абонентские комплекты; *3* и *6* — передатчик и приемник; *4* и *5* — передающая и приемная антенны.

система радиосвязи должна обладать единством цели, т. е. обеспечивать обмен информацией обусловленного качества с помощью набора оптимизированных комплексов аппаратуры при заданных входных воздействиях и внешних условиях;

система радиосвязи является, с одной стороны, большой как в отношении входящих в нее и взаимодействующих между собой частей, так и преследуемых ими частных целей. С другой стороны, какой бы большой ни была рассматриваемая система, она является частью еще большей системы.

Рассмотренные ограничения не всегда в равной степени влияют на конкретные системы, и предварительная оценка позволит расположить их по степени важности, а также определить несущественные или маловероятные факторы.

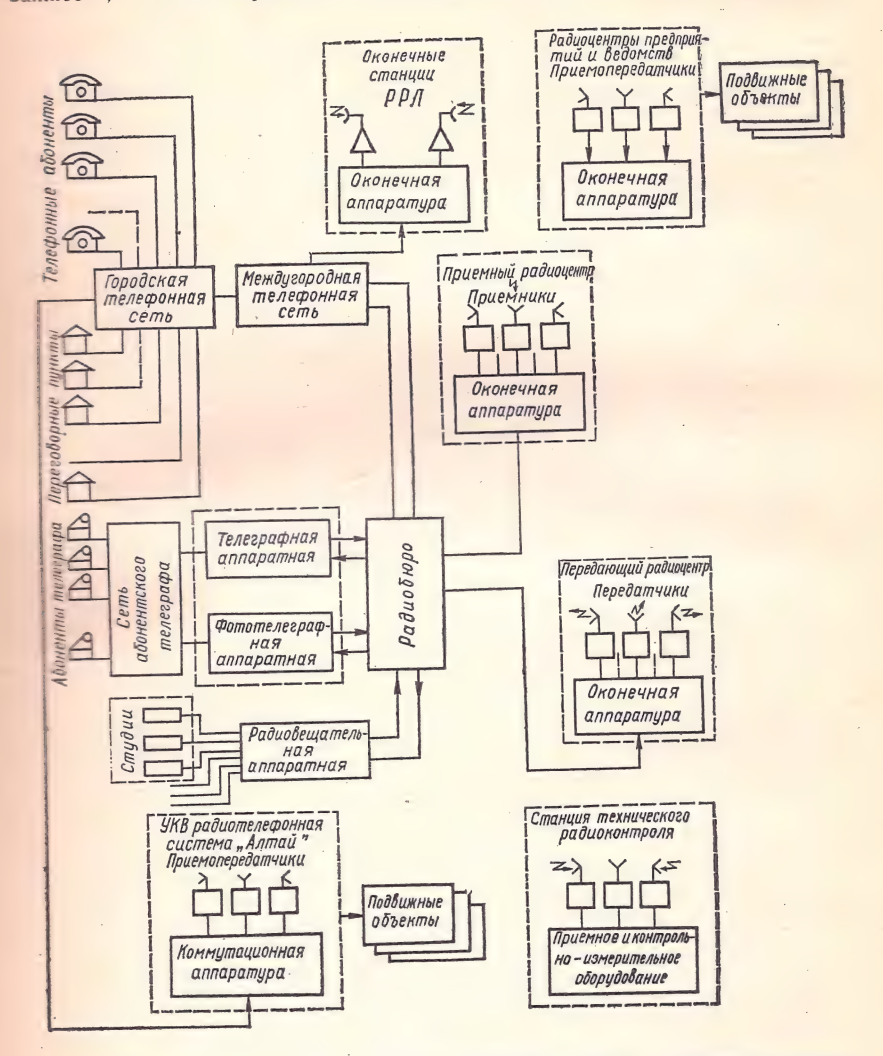


Рис. 9. Структурная схема системы радиосвязи крупного административно-хозяйственного центра.

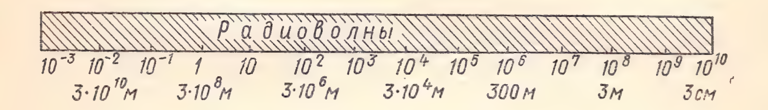
В связи с этим будем рассматривать конкретные системы радиосвязи в совокупности четырех составляющих: правил функционирования; человека как элемента системы; технических средств; комплекса внешних условий.

2. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

Правила функционирования

Правила функционирования — это совокупность организационно-технических решений, способствующих наиболее целесообразному функционированию системы.

Особенностью систем радиосвязи, коренным образом отличающей их от всех других систем, является использование в качестве переносчика электрических сигналов радиоволн, что представляет международную проблему, разрешаемую Международным консультативным комитетом по радио (МККР), одного из органов Международного союза электросвязи (МСЭ).



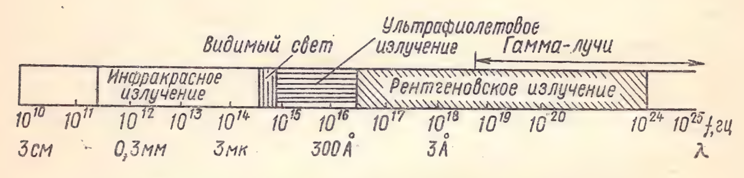


Рис. 10. Частотный спектр электромагнитных волн.

Радиоволны различных частот, нижний предел которых практически не установлен, а верхний равен $3 \cdot 10^{11}$ *гц* (длина волны 1 *мм*), составляют радиоспектр — новый природный ресурс, используемый человечеством на протяжении менее 100 лет. Основными особенностями радиоспектра как ресурса, отличающими его от других природных ресурсов (полезные ископаемые, вода, топливо и др.), являются:

неистощимость — радиоспектр используется, но не расходуется;

ограниченность;

взаимосвязь пространства, времени и частоты, позволяющая многократно использовать одни и те же участки радиоспектра путем разноса соответствующих систем в пространстве, во времени или по частоте с учетом свойств распространения;

международный характер;

нецелесообразность использования для решения задач, которые легко могут быть решены другими средствами;

подверженность действию радиопомех — отрицательного результата широкого использования электричества во всех областях человеческой деятельности и некоторых природных явлений.

На рис. 10 схематически изображен частотный спектр электромагнитных волн. Радиоволны занимают в нем наибольшую часть (от 10^{-3} до 10^{11} *гц*). Частотная емкость радиоспектра, которая составляет 10^{11} *гц*, что на три порядка больше частотной емкости спектра видимого света, свидетельствует о больших резервах, скрытых в этом спектре.

Распределение радиоспектра по диапазонам в соответствии с регламентом радиосвязи (п. 112), принятым в Женеве в 1959 г., приведено в табл. 1. При рассмотрении табл. 1 следует иметь в виду, что диапазоны сантиметровых и децимет-

Таблица 1

Распределение радиоспектра по диапазонам радиоволн

Номер полосы (диапазона) частот	Диапазон частот (исключая нижний, включая верхний пределы)	Соответствующее метрическое подразделение волн	Наименование		Особенности распространения соответствующей полосы (диапазона) частот
			диапазонов волн (по МККР, принятые в СССР)	соответствующих полос (диапазонов) частот и их сокращенное обозначение	
2	3 *мгц*—10 *гц*	—	—	Инфразвуковые	—
3	10 *гц*—3 *кгц*	—	—	Звуковые	—
4	3—30 *кгц*	10^5—10^4 *м*	Мириаметровые сверхдлинные (СДВ)	Очень низкие частоты ОНЧ (VLF)	Прямой волной, земной волной, отражением от ионосферы
5	30—300 *кгц*	10^4—10^3 *м*	Километровые длинные волны (ДВ)	Низкие частоты НЧ (LF)	То же
6	300—3000 *кгц*	10^3—100 *м*	Гектометровые средние волны (СВ)	Средние частоты СЧ (MF)	» »
7	3—30 *Мгц*	100—10 *м*	Декаметровые короткие волны (КВ)	Высокие частоты ВЧ (HF)	» »
8	30—300 *Мгц*	10—1 *м*	Метровые волны (МВ)	Очень высокие частоты ОВЧ (VHF)	То же, и тропосферным рассеянием
9	300—3000 *Мгц*	1—10 *см*	Дециметровые волны (ДВМ)	Ультравысокие частоты УВЧ (UHF)	Прямой волной, земной волной, тропосферным рассеянием
10	3—30 *Ггц*	10—1 *см*	Сантиметровые волны (СМВ)	Сверхвысокие частоты СВЧ (SHF)	То же
11	30—300 *Ггц*	1 *см*—1*мм*	Миллиметровые волны (ММВ)	Крайне высокие частоты КВЧ (EHF)	Прямой и земной волнами
12	300—3000 *Ггц*	1—0,1 *мм*	Децимиллиметровые, субмиллиметровые волны (ДММВ)	—	То же

ровых волн часто объединяют термином *сверхвысокие частоты* (СВЧ), а метровых, дециметровых и сантиметровых — термином *ультракороткие волны* (УКВ). Кроме того, радиоволны инфразвуковых и звуковых частот, имеющие электромагнитную природу, не следует смешивать со звуковыми волнами, обладающими акустическими свойствами.

Прежде чем перейти к изложению Международных рекомендаций по использованию радиоспектра, рассмотрим особенности распространения радиоволн соответствующих диапазонов, а также познакомимся с Международной классификацией радиослужб.

Свободно распространяющимися, или *прямыми*, называют радиоволны, существующие в свободном пространстве при отсутствии каких-либо тел и предметов на пути распространения, которые могли бы исказить поле волны. Напряженность поля прямой волны (действующее значение), *мв/м*,

$$E_q = \frac{173\sqrt{PD}}{r}, \qquad (1)$$

где P — мощность, излучаемая антенной передатчика, *квт*; D — коэффициент направленности антенны; r — расстояние от излучающей антенны до точки приема, *км*.

Земными, или *поверхностными*, называют радиоволны, распространяющиеся над поверхностью Земли и частично огибающие ее. Дальность распространения

земных волн не превышает 2000 *км*. Действующее значение напряженности поля земной волны можно определить по графикам МККР, изображенным на рис. 11, где напряженность поля выражена в микровольтах на метр (справа) и в децибелах относительно одного микровольта на метр (слева). Графики составлены для мощности передатчика $P = 1$ *квт*. Для других значений мощности передатчика (в киловаттах) действующее значение напряженности поля земной волны пересчитывают по формуле

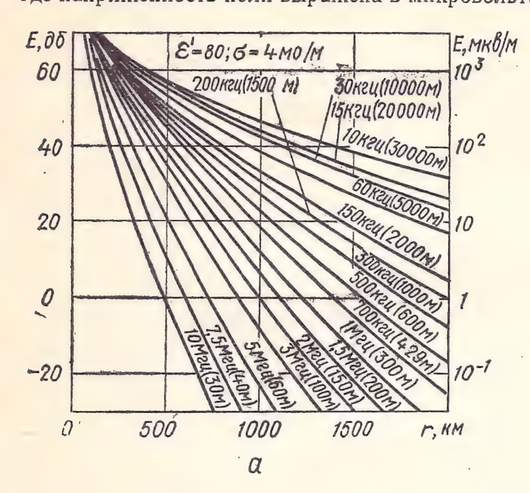
$$E_q = E_1 \sqrt{P}, \qquad (2)$$

где E_1 — напряженность поля, определенная по графику для заданных расстояния и частоты, *мкв/м*.

Тропосферными называют волны, распространяющиеся за счет рассеяния и отражения от локальных и слоистых неоднородностей нижней части тропосферы и атмосферы высотой не более 12 *км* от земли. Дальность распространения тропосферных волн — до 1000 *км*. При этом требуются довольно большие мощности (10—15 *квт*) передатчиков из-за значительных потерь на трассе.

Ионосферными, или *пространственными*, называют волны, распространяющиеся вокруг земного шара за счет однократного или многократного отражения от ионосферы — верхней части атмосферы (на высоте 60—1000 *км* над земной поверхностью). Дальность распространения ионосферных волн практически не ограничена даже при малых мощностях передатчиков. Способностью отражения от ионосферы обладают волны длиннее 10 *м*.

В табл. 2 отображены свойства радиоволн различных диапазонов [38].



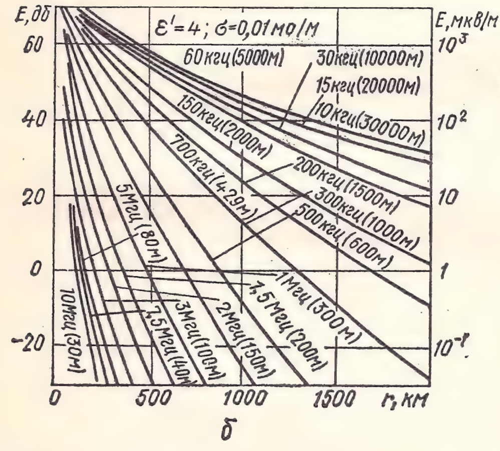


Рис. 11. Графики МККР для определения действующих значений напряженности поля земной волны:

а — распространение над морем; *б* — распространение над сушей; ε' — относительная электрическая проницаемость; σ — проводимость поверхности.

Приведем определения радиослужб в соответствии со статьей 1 Международного регламента радиосвязи:

фиксированная служба — служба радиосвязи между определенными фиксированными пунктами;

воздушная фиксированная служба — фиксированная служба, предназначенная для передачи сведений, относящихся к воздушной навигации и безопасности полетов;

служба радиовещания — служба, радиопередачи которой предназначены для непосредственного приема населением. Эта служба может осуществлять передачи звуков, изображения и др.;

подвижная служба — служба радиосвязи между подвижной и базовой станциями или между подвижными станциями;

воздушная подвижная служба — подвижная служба между авиационными наземными станциями и станциями воздушных судов или между станциями воздушных судов, в которой могут также участвовать станции спасательных средств;

морская подвижная служба — подвижная служба между береговыми и судовыми станциями или между судовыми станциями, в которой также могут участвовать станции спасательных средств;

наземная подвижная служба — подвижная служба между базовыми станциями и наземными подвижными станциями или между наземными подвижными станциями;

служба радионавигации — служба радиосвязи между земными станциями и космическими станциями или между космическими станциями; между земными станциями в случае ретрансляции сигналов космическими станциями, а также в случае передачи или отражения от объектов в космосе, исключая отражение и рассеяние ионосферой или в земной атмосфере;

радиоастрономия — астрономия, основанная на приеме радиоволн космического происхождения;

вспомогательная служба метеорологии — служба радиосвязи, используемая для метеорологических наблюдений и исследований, включая гидрогеологические;

любительская служба — служба самоусовершенствования, взаимных связей и технических исследований, осуществляемая любителями, т. е. лицами, имеющими на это должное разрешение и интересующимися радиотехникой исключительно в личных целях и без какой-либо материальной заинтересованности;

служба стандартных частот — служба радиосвязи для научных, технических и других целей, обеспечивающая передачу определенных частот установленной высокой точности, предназначенных для всеобщего приема;

служба сигналов времени — служба радиосвязи для передачи сигналов времени установленной высокой точности, предназначенных для всеобщего приема.

Регламентом радиосвязи, который является международной рекомендацией общего характера, не исчерпываются правила функционирования системы связи. На его основе разрабатываются внутригосударственные планы частот, в соответствии с которыми производится выделение и присвоение частот различным радиослужбам. В СССР планирование радиоспектра осуществляется Междуведомственным комитетом по распределению радиочастот, а присвоение частот — Государственной инспекцией электросвязи Министерства связи.

Таким образом, регламентация систем радиосвязи осуществляется по следующей схеме:

1) международная регламентация, включающая целесообразное распределение радиоспектра в четырех аспектах: а) между службами, с правом исключительного, вторичного или совместного использования; б) по районам мира с целью многократного использования одних и тех же диапазонов при условии минимума взаимных помех; в) во времени, с целью поочередного использования различными службами одних и тех же диапазонов; г) в пространстве, с целью многократного использования одних и тех же диапазонов даже в пределах одного района (например, космическими службами и радиорелейными линиями связи);

2) региональная регламентация — соглашения между группами государств одного или смежных районов о совместном использовании отдельных диапазонов (например, для воздушных, морских или наземных подвижных радиослужб, трассы которых пересекают территории соответствующих государств).

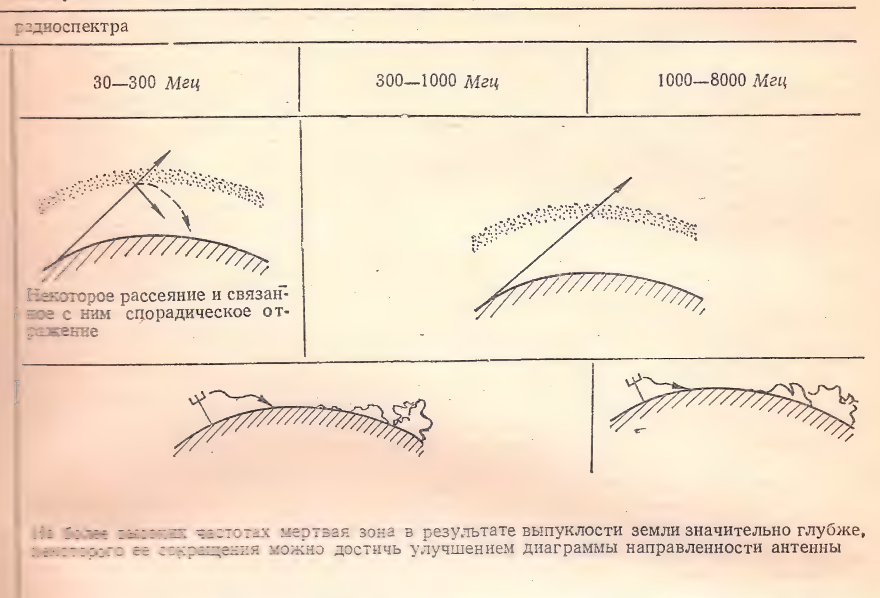
Способы распространения радио

Факторы, влияющие на распространение	Диапазон	
	0,3—3 *Мгц*	3—30 *Мгц*
Отражение и рефракция от ионосферы	Дневное поглощение в *D*-слое	Распространение на большое расстояние волн, отраженных от верхних слоев атмосферы
Экранирование землей волны, распространяющейся по поверхности	Мертвая зона поверхностной волны мала	Мертвая зона поверхностной волны обычно уменьшается за счет волны, отраженной от атмосферы
Мертвая зона от различных препятствий (в каждом случае препятствие велико в сравнении с длиной волны)	5 *дб*	5 *дб* 10 *дб*
Поглощение	Поглощение очень мало при прохождении через изоляторы; значительное поглощение отраженной волны в *D*-слое в дневное время	Поглощение предметами несколько больше, чем на низких частотах, но обычно не влияет на распространение отраженной волны Радиоволны легко проходят

Таблица 2

волн различных диапазонов

радиоспектра		
30—300 *Мгц*	300—1000 *Мгц*	1000—8000 *Мгц*



Некоторое рассеяние и связанное с ним спорадическое отражение

На более высоких частотах мертвая зона в результате выпуклости земли значительно глубже, некоторого ее сокращения можно достичь улучшением диаграммы направленности антенны



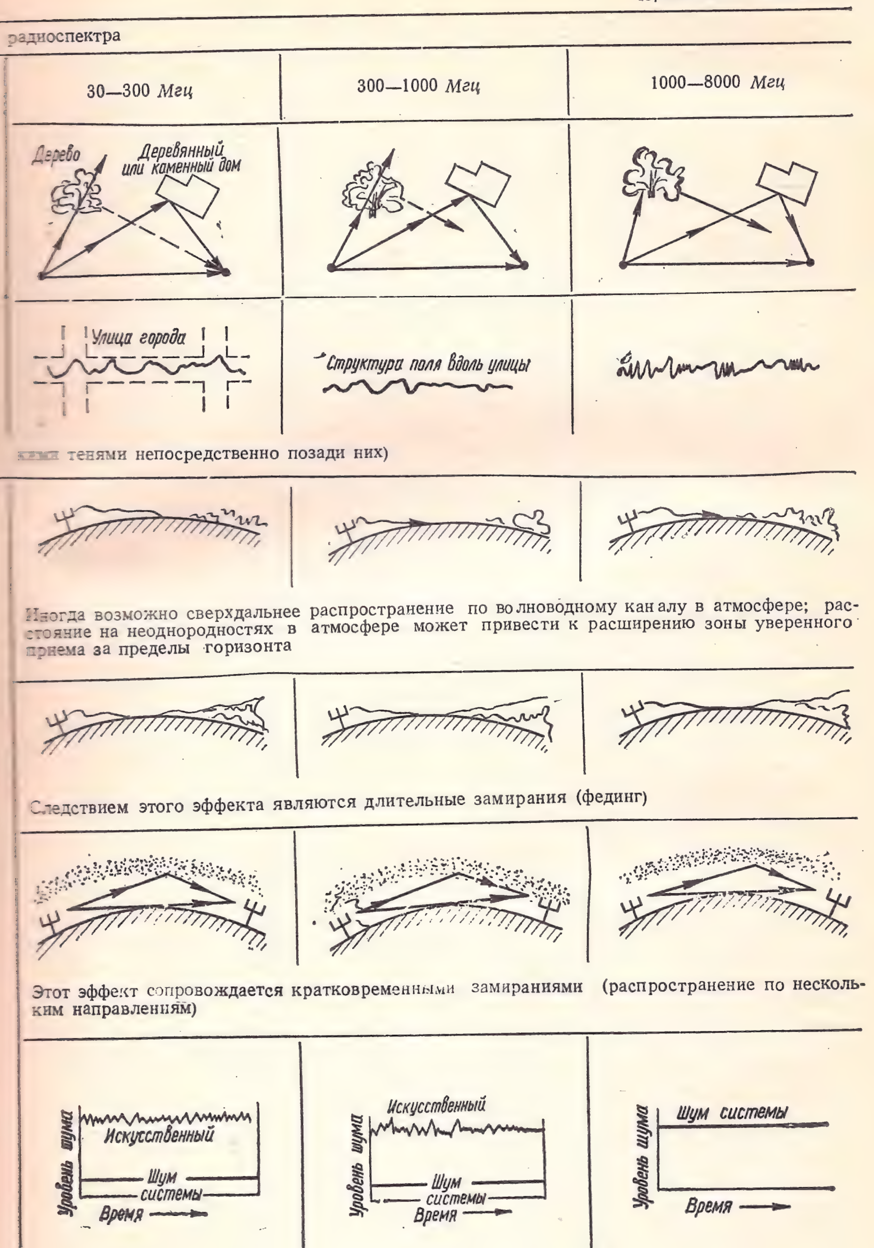
Теория излучения не пригодна для определения поля в мертвой зоне

Потери увеличиваются с частотой. Во влажных, густых джунглевых зарослях поглощение следует учитывать ниже 30 *Мгц*

через металлические конструкции, отверстия которых велики по сравнению с длиной волны

Факторы, влияющие на распространение	Диапазон	
	0,3—3 *Мгц*	3—30 *Мгц*
Отражение от местных предметов (что может вызвать установление стоячей волны на улицах города или в других открытых местах)		Эффекты отражения от местных предметов становятся более заметными, чем на низких частотах, но обычно они не влияют на распространение отраженной волны (за исключением отражений от Земли)
Результантный флаттер на городских улицах на высоких частотах	Переизлучение вдоль прямой; отражение от непроводящих предметов мало и не принимается во внимание	
	Металлические конструкции дают сильное отражение (с глубо	
Атмосферные явления (рефракция); температурная инверсия (увеличение с высотой) и уменьшение содержания водяных паров искривляет направление распространения волн книзу	Атмосферные эффекты незначительны	Атмосферные явления малы
Увеличение водяных паров с высотой приводит к искривлению траектории кверху		
Слоистость атмосферы приводит к искривлению направления распространения волны и рефракции		
Радиошумы		

Продолжение табл. 2



Факторы, влияющие на распространение	Диапазон	
	0,3—3 *Мгц*	3—30 *Мгц*
Напряженность поля поверхностной волны в зависимости от высоты антенны или от близости к поверхности на пути распространения луча *Высота* *Близость к земле (зазор)*	*Относительная амплитуда, дб*: +6, 0, −6, −30 *Над поверхностью моря* *Поле свободного пространства* *Над плохо проводящей почвой* 10^2 10^3 10^4 *Высота, фут* Обычно антенны расположены близко к земле и находятся вне прямой видимости друг от друга	*Относительная амплитуда, дб*: +6, 0, −6, −30, −60 *Поле свободного пространства* *Над поверхностью моря* *Над плохо проводящей почвой* 10^2 10^3 10^4 *Высота, фут*
	Графики приводятся для вертикально-поляризованной поверхностной волны (на расстоянии 90 миль) Горизонтальная поляризация не используется для распространения поверхностной волны в этом частотном диапазоне, так как поле в этом случае около земли весьма мало	

Региональная регламентация осуществляется в тех же четырех аспектах, что и международная;

3) внутригосударственная регламентация складывается из трех основных функций: а) распределения частот между ведомствами и службами в соответствии с Международными и региональными регламентами с учетом местных условий и государственных интересов; б) технического планирования использования диапазонов радиоспектра и размещения средств радиосвязи и вещания; в) контроля за соблюдением требований регламента и принципов технического планирования, а также наложения административных санкций.

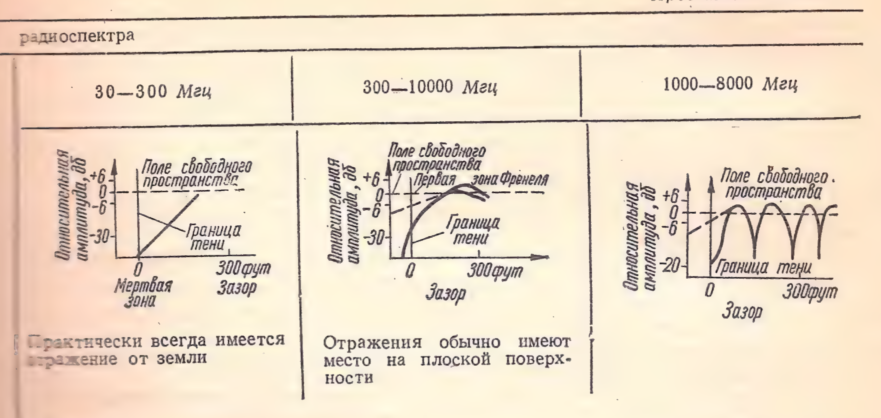
Человек как элемент системы

Как указывалось выше, решающая роль в системах радиосвязи принадлежит и будет принадлежать человеку, который может выполнять различные функции. Наиболее часто человек является источником и получателем информации (радиотелефония, радиолокация, телевидение, радиовещание и т. д.). В некоторых случаях он выполняет также кодирование и декодирование (например, оператор по приему на слух радиотелеграфных сигналов или по передаче их с помощью манипуляторов). Часто человек выступает в качестве оператора, воспринимающего информацию об отклонениях режима функционирования системы от нормального, и источника управляющих воздействий, направленных на его нормализацию (например, оператор радиоприемного центра, который следит только за работой аппаратуры и ее настройкой). В ряде случаев человек является транслятором между каналом радиосвязи и ЭВМ.

Системы радиосвязи, как и многие другие системы, имеют тенденцию к автоматизации, в результате которой человек как функциональный элемент постепенно вытесняется. Однако функции человека как источника и получателя информации, по-видимому, останутся неприкосновенными. В этой связи представляет интерес рассмотрение некоторых психофизических характеристик человека для согласования их с характеристиками системы.

В соответствии с современными представлениями человека рассматривают как одноканальную систему переработки информации с ограниченной пропускной

Продолжение табл. 2

радиоспектра		
30—300 *Мгц*	300—10000 *Мгц*	1000—8000 *Мгц*
		
Практически всегда имеется отражение от земли	Отражения обычно имеют место на плоской поверхности	
Графики приводятся для горизонтальной и вертикальной поляризации при расстоянии около 30 миль. Влияние проводимости земли очень мало		

способностью. Скелетная схема такой системы состоит из четырех подсистем: восприятия, переработки информации и принятия решения, памяти и воздействия (рис. 12) [38]. Конечно, такое деление в значительной мере условно, ибо трудно рассматривать каждую из подсистем изолированно от остальных. Однако описание их свойств в таком представлении весьма удобно.

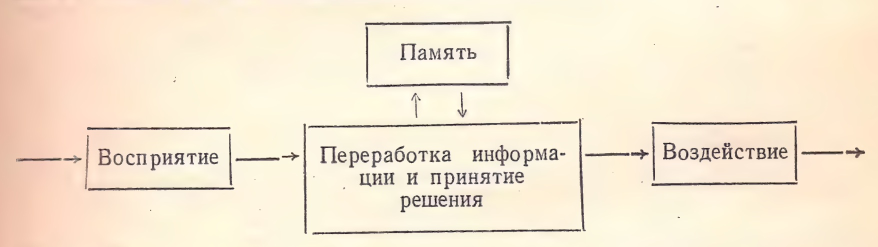


Рис. 12. Структурная схема одноканальной системы переработки информации с ограниченной пропускной способностью.

Рассмотрим основные психофизические свойства системы переработки информации человека в соответствии со схемой рис. 12 и с учетом их использования в системе радиосвязи.

Восприятие имеет ту психофизическую сущность, что измеримые физические характеристики (например, сила и частота звука, сила и длина волны света) приобретают субъективные понятия (громкости, высоты тона, яркости и цвета соответственно). В системах радиосвязи используются, в основном, два способа восприятия: слуховое и визуальное.

Важной характеристикой восприятия является чувствительность обнаружения, характеризующая способность человека обнаруживать полезные сигналы на фоне мешающих. Чувствительность зависит от порога обнаружения. До недавнего времени под порогом понимали уровень физической энергии, при котором наблюдатель обнаруживает присутствие сигнала в 50% случаев [38]. В настоящее

время такое определение признано неудовлетворительным, поскольку в нем не учитывается цена ошибки (которая, разумеется, различна, например, для пропуска сигнала и ложной тревоги).

Новое определение чувствительности связано с использованием теории статистических решений. Чувствительность определяют как эффективный уровень сигнала, при котором идеальный наблюдатель, использующий теорию статистических решений, даст ту же вероятность правильного обнаружения. Дифференциальная чувствительность — это величина наименьшего различимого изменения раздражителя. Эту величину называют едва различимой разницей (ЕРР), или дифференциальным порогом. ЕРР существенно зависит от абсолютной величины раздражителя, т. е. $\frac{\Delta I}{I} = \text{const}$, где ΔI — величина ЕРР; I — абсолютная величина раздражителя. В соответствии с этим при увеличении абсолютной величины раздражителя пропорционально увеличивается величина ЕРР [38].

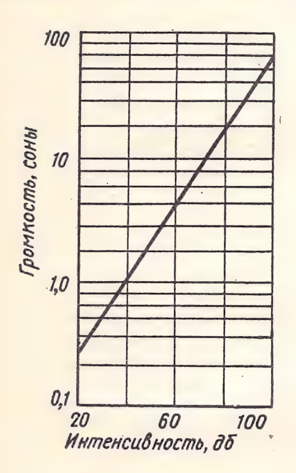


Рис. 13. Шкала для измерения воспринимаемой силы звука.

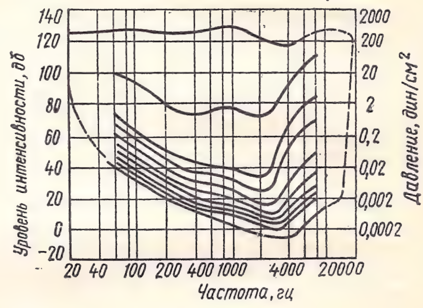


Рис. 14. Кривая зависимости чувствительности слухового обнаружения чистых тонов от частоты тона.

На рис. 13 приведена шкала для измерения воспринимаемой силы звука, предложенная в качестве международного стандарта [38]. Громкость измеряется в сонах. Одному сону соответствует громкость тона частотой 1000 *гц* при интенсивности в 40 *дб* по отношению к 0,0002 *дин/см*² звукового давления. Линия восприятия на рис. 13, уравнение которой

$$\log L = 0{,}03N - 1{,}2, \tag{3}$$

где L — уровень громкости в сонах; N — интенсивность в децибелах, изображена в полулогарифмическом масштабе.

На рис. 14 приведена кривая зависимости чувствительности слухового обнаружения чистых тонов от частоты тона [38]. Наименьшая обнаруживаемая интенсивность дана в децибелах по отношению к 0,0002 *дин/см*² (уровень интенсивности) и в абсолютных значениях (давление); параметром кривых является процент обследованных, у которых порог чувствительности не превышает значений, ограниченных соответствующей кривой.

На рис. 15 приведена стандартная кривая чувствительности человеческого глаза к излучениям различной длины волны, выраженной в миллимикронах [38].

Память играет существенную роль в процессе выполнения человеком различных функций системы, причем если в профессиональной подготовке решающую роль играет долговременная память, то в процессе выполнения своих функциональных обязанностей человек пользуется, в основном, оперативной памятью.

На рис. 16 изображены кривые зависимости емкости кратковременной памяти (процент точно вспоминаемых односложных имен существительных) от длительности интервала задержки между предъявлением и вспоминанием [38].

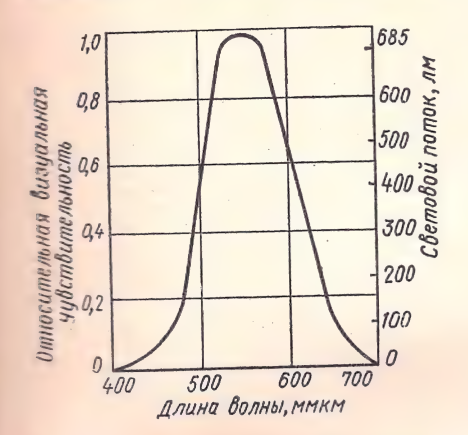


Рис. 15. Стандартная кривая чувствительности человеческого глаза к излучениям различной длины волны.

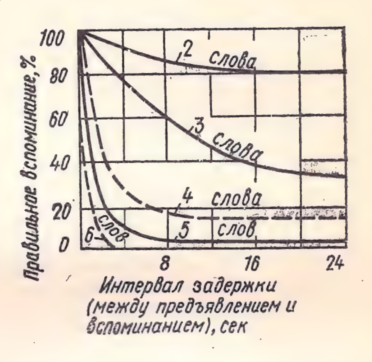


Рис. 16. Кривые зависимости емкости кратковременной памяти от длительности интервала между восприятием и вспоминанием (кривые для четырех и шести слов получены интерполяцией).

Параметр кривых — число запоминаемых слов. Пунктиром изображены кривые, полученные в результате экстраполяции. В процессе опытов материал для восприятия предъявлялся однократно, после чего внимание запоминающего отвлекалось, чтобы исключить заучивание. Кривые позволяют количественно учесть ограниченную емкость оперативной памяти.

Многочисленные опыты свидетельствуют о том, что время, затрачиваемое на *переработку информации* и принятие решения человеком-оператором, часто является линейной функцией среднего количества переработанной информации [38]:

$$T_{\text{п. и}} = a + bHt, \qquad (4)$$

где Ht — количество переработанной информации; a и b — коэффициенты, зависящие от характера задач и особенностей оператора.

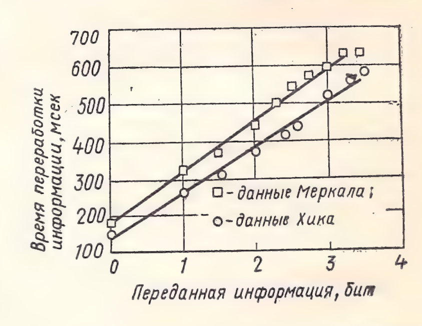
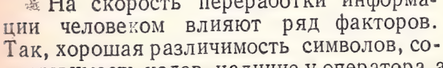


Рис. 17. Иллюстрация линейной зависимости между временем переработки информации и ее объемом.

На рис. 17 представлена иллюстрация линейной зависимости между временем переработки информации и ее объемом в задаче с нажатием соответствующих кнопок [38].



На скорость переработки информации человеком влияют ряд факторов. Так, хорошая различимость символов, сопоставимость кодов, наличие у оператора априорных сведений и отсутствие необходимости сжатия информации способствуют уменьшению времени ее переработки, что выражается в уменьшении коэффициентов a и b в формуле (4).

Воздействие человека на систему. Важными, в свете рассматриваемых здесь вопросов, являются сведения о максимальной скорости реакции:

максимальная скорость манипулирования пальцами — восемь—десять ударов в секунду;

максимальная скорость повторения хорошо известных односложных слов — восемь слов в секунду;

средняя частота мышечного тремора — 10 *гц*;

максимальная скорость управляемых мышечных движений — восемь—десять движений в секунду.

Указанные предельные значения на практике не могут быть полностью реализованы, так как требования к точности амплитуды движений, требующие переработки дополнительной информации, ограничивают их скорость. Для количественной оценки введено понятие индекса сложности [38]:

$$I_д = -\log_2\left(\frac{W}{2A}\right),$$

где W — допуск; A — амплитуда движения.

Время, затрачиваемое на совершение движения, является линейной функцией индекса сложности.

Изложенное выше непосредственно относится к движениям, совершаемым впервые (незаученным). Существует и другая категория движений — заученных (например, ходьба), которые совершаются без поэлементного контроля и управления со стороны центра переработки информации. Их скорость определяется предельными скоростями направленной мышечной деятельности.

Таким образом, сложные непредвиденные и выполняемые впервые движения совершаются при участии центра переработки информации (центральной нервной системы). Скорость таких движений ограничивается величиной индекса сложности. Предвиденные и повторные движения совершаются исполнительными звеньями, освобожденными от систематического контроля со стороны центра переработки информации. Периодичность контроля и скорость совершения движений зависит от степени обученности и стремится к предельной.

Технические средства

Технические средства систем радиосвязи состоят из устройств, согласующих характеристики источника и получателя информации с требованиями канала радиосвязи.

Рассмотрим некоторые характеристики и особенности составных частей структурной схемы линии радиосвязи, в которой границы канала ограничены выходом кодирующего устройства на передающей и входом декодирующего устройства на приемной стороне (рис. 18).

В *источнике* информации создается сообщение или последовательность сообщений. Источник, с одной стороны, может быть звуковым (в телефонной связи), оптическим (в телевидении) или иметь иную физическую природу (в телеметрии). С другой стороны, источник может состоять из данных, записанных на перфоленту, магнитную ленту и т. п. Источник характеризуется своей статистикой, скоростью образования информации и характером изменяющейся величины.

Назначение *кодирующего устройства* — принимать входную информацию от источника и использовать эту информацию для видоизменения какого-либо носителя, имеющего обычно электромагнитную природу. Это видоизменение необходимо частично для того, чтобы сообщение соответствовало особенностям носителя, а частично для других целей, например для улучшения отношения сигнал/шум, исправления ошибок или снижения затрат энергии. Приведение информации в соответствие с каналом или с носителем состоит в том, что информация исполь-

зуется для модулирования одной или нескольких несущих тем или иным методом, например методом амплитудной модуляции (АМ), частотной модуляции (ЧМ) или импульсной модуляции (ИМ). В большинстве случаев сигнал, содержащий информацию, накладывается на сигнал носителя, который либо излучается (радиосвязь), либо передается по проводам, коаксиальному кабелю, волноводу и т. п. (проводная связь).

В некоторых случаях кодирующее устройство выполняет функцию многоканальной модуляции. Это означает, что определенные операции выполняются над множеством сообщений, так что они могут одновременно передаваться по одному и тому же каналу. Следует различать два основных метода многоканальной модуляции — с частотным и временным разделением каналов. Особенности этих методов рассматриваются ниже.

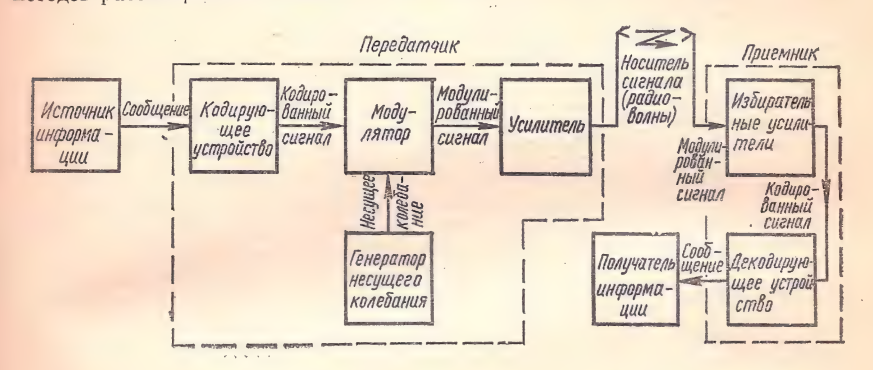


Рис. 18. Структурная схема линии радиосвязи.

Канал, согласно принятому определению, состоит из *модулятора*, в котором кодированный сигнал модулирует несущее колебание, *усилителей*, обеспечивающих требуемую мощность носителя, *антенного устройства*, излучающего радиоволны в заданном направлении, *среды*, в которой распространяются радиоволны, *приемной антенны* и *избирательных усилителей*, осуществляющих обнаружение, выделение и усиление соответствующего носителя информации. Канал радиосвязи характеризуется качественными показателями, которые зависят от способа обмена информацией, характеристик технических устройств, свойств носителя, воздействия внешней среды и решающим образом влияют на показатели системы в целом.

Наиболее уязвимым звеном канала радиосвязи является носитель, который в процессе распространения испытывает наибольшее воздействие внешних условий (изменение электрических характеристик среды, влияние всякого рода препятствий, радиопомех естественного и искусственного происхождения и т. д.). Количественная оценка влияния внешних условий составляет важнейшую задачу проектирования систем радиосвязи.

Канал характеризуется тремя основными параметрами: полосой пропускаемых частот F; временем действия; динамическим диапазоном уровней сигнала. Важной характеристикой канала является его пропускная способность

$$C = F \log a \left(1 + \frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{п}}} \right), \qquad (5)$$

где $P_{\text{с}}$ и $P_{\text{п}}$ — средняя мощность соответственно сигнала и помехи.

Формула (5) справедлива при гауссовой аддитивной помехе. При измерении информации в битах предельная пропускная способность канала

$$C_m = 1{,}443 \frac{P_с}{P_п}. \tag{6}$$

Пропускная способность канала существенно зависит не только от отношения мощностей сигнала и помехи, но и от их статистических свойств. Ниже приведен порядок величин пропускной способности некоторых технических и биологических каналов (в десятичных единицах информации):

Телевизионные каналы	Миллионы — десятки миллионов
Телефонные, фототелеграфные, радиотрансляционные каналы	Тысячи — десятки тысяч
Телеграфные каналы	Десятки — сотни
Органы зрения	Миллионы
Органы слуха	Тысячи
Органы осязания	Десятки тысяч
Органы обоняния	Единицы — десятки
Органы вкуса	Единицы
Центральная нервная система	Единицы

Декодирующее устройство в системах связи обычно выполняет операции, функционально обратные тем, которые выполняет кодирующее устройство, или дополняющие их. Обычно выходной сигнал декодирующего устройства представляет собой предельно возможную для данной аппаратуры оценку переданного сообщения. Другая функция декодирующего устройства — обратное преобразование сигнала в форму, удобную для получателя информации. В телефонной связи, например, информация преобразуется в первоначальную форму звукового сообщения. В телевидении сигнал преобразуется в изображение на экране электронно-лучевой трубки. В случае передачи данных информациия записывается либо в виде цифр, либо с помощью перфоленты, либо в виде графика.

Чаще всего назначение декодирующего устройства — восстанавливать сообщение в том виде, в каком оно вводилось в кодирующее устройство. Однако иногда требуется получить не само сообщение, а некоторую функцию от него (например, производную или интеграл). Важной функцией декодирующего устройства в некоторых случаях является улучшение отношения сигнал/шум. Существует много систем кодирования, для которых отношение сигнал/шум на выходе декодирующего устройства превышает то же отношение на входе. В качестве примеров назовем прием сигналов с частотной, импульсно-временной, кодо-импульсной модуляцией и кодов с исправлением ошибок.

Получатель сообщения — это приемник (рецептор) искомой информации. Получатель информации, в основном, характеризуется тем, что сигнал, поступающий к нему, должен быть преобразован в удобную форму. Например, если рецептором является ухо, то сигнал должен быть преобразован в форму низкочастотных колебаний. Если получателем информации должна быть страница печатных данных, то сигналы должны быть преобразованы в такую форму, чтобы они могли приводить в действие соответствующие клавиши буквопечатающего аппарата.

На рис. 19 приведена примерная классификация технических средств радиосвязи.

Комплекс внешних условий

Комплекс внешних условий, существенно влияющих на характеристики систем радиосвязи, складывается из следующих компонентов:

электрических параметров среды распространения радиоволн;

электрических свойств поверхности земли, над которой проходят трассы радиосвязи, ее топографии, застройки, озеленения;

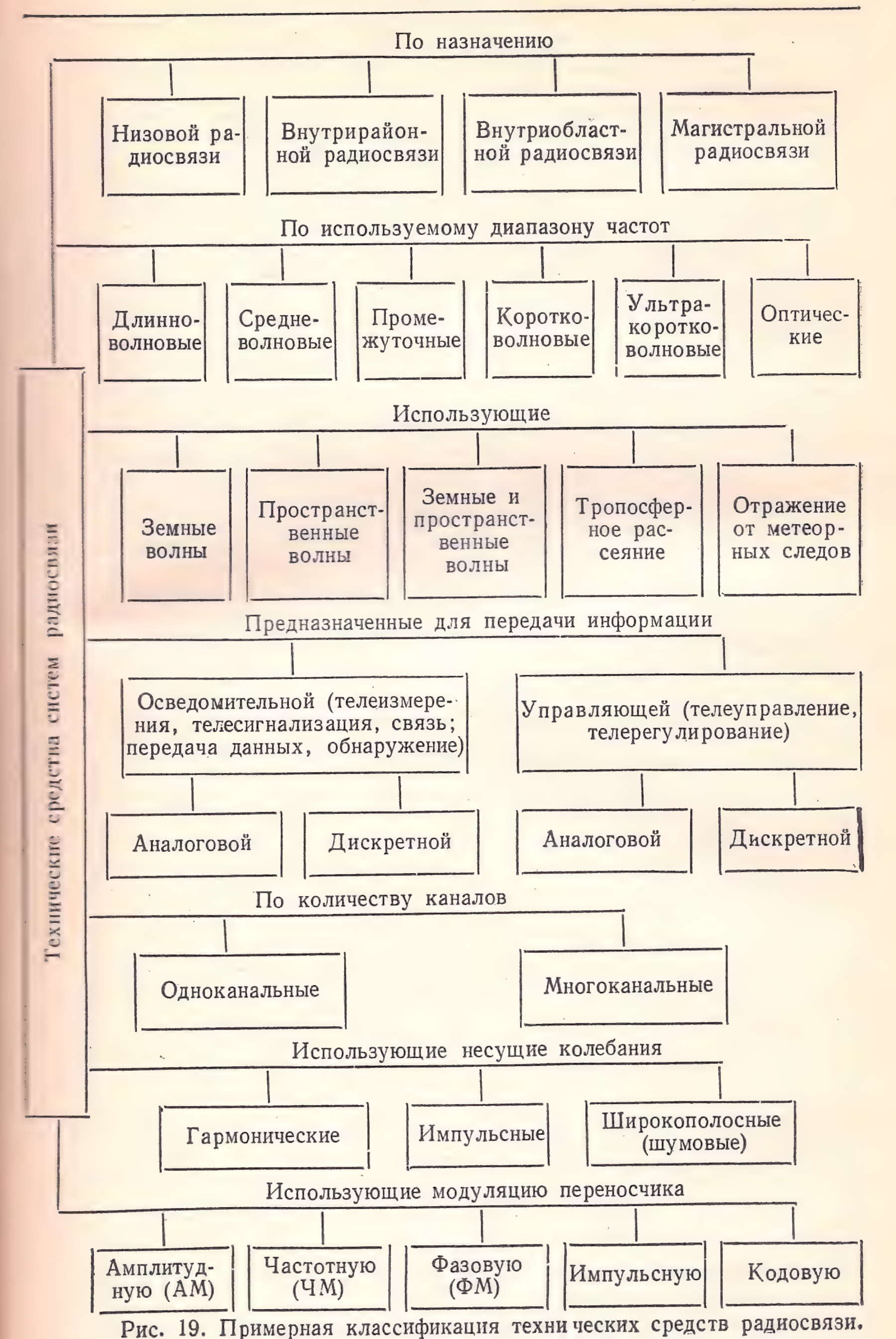


Рис. 19. Примерная классификация технических средств радиосвязи.

характеристик радиопомех естественного и искусственного происхождения, воздействующих на приемные антенны.

Среда распространения радиоволн представляет собой околоземное и космическое пространство. Околоземное пространство (до высоты 1000 *км*) называют атмосферой. Атмосфера решающим образом влияет на условия распространения радиоволн.

На рис. 20 схематически изображено строение и некоторые характеристики атмосферы.

Нижний слой атмосферы — *тропосфера* (10—12 *км*) — характеризуется постоянством состава и в среднем равномерным уменьшением температуры на 5°,5 с увеличением высоты h на один километр. Диэлектрическая проницаемость тропосферы ε' определяет величину коэффициента преломления n:

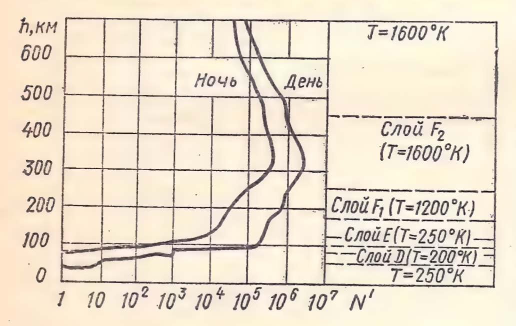


Рис. 20. Строение и некоторые характеристики атмосферы.

$$n = \sqrt{\varepsilon'}, \tag{7}$$

который в свою очередь зависит от трех физических параметров: давления P, абсолютной температуры T и влажности воздуха e. Величина $n = 1{,}000338$ соответствует среднему состоянию атмосферы, и ее можно считать равной 1, т. е. отождествлять атмосферу с пустотой. Однако в ряде случаев она оказывает существенное влияние на распространение радиоволн. Поэтому МККР в качестве исходной модели атмосферы рекомендует соотношение [15]

$$n(h) = 1 + 289 \cdot 10^{-6} \exp(-0{,}136h), \tag{8}$$

где h — высота над уровнем моря, *км*.

На практике удобно пользоваться другой величиной — индексом преломления

$$N = (n - 1) \cdot 10^6. \tag{9}$$

При $n = 1{,}000338$ $N = 338$.

В работе [15] приведены мировые карты со значениями N, которые можно также определить, если известны параметры атмосферы, по формулам:

для частот до 1 *Тгц*

$$N = \frac{77{,}6}{T}\left(P + \frac{4810e}{T}\right); \tag{10}$$

для оптического диапазона

$$N = \frac{77{,}6}{T}(P - 0{,}167), \tag{11}$$

где T — абсолютная температура, °К; e — давление водяных паров, *мбар*; P — атмосферное давление, *мбар*.

При увеличении высоты величины $n(h)$ и N уменьшаются, причем

$$N_s - N_1 = \Delta N, \tag{12}$$

где N_s — значение индекса преломления у поверхности земли; N_1 — значение индекса преломления на высоте одного километра; ΔN — изменение (градиент)

индекса преломления — отрицателен и также является параметром атмосферы (в нормальных условиях в среднем $\Delta N = 40$).

Преломление радиоволн или оптических лучей в атмосфере, называемое атмосферной рефракцией, ведет к искривлению траектории их распространения. Радиус кривизны луча, *м*,

$$R = \frac{10^6}{-\left(\frac{\Delta N}{\Delta n}\right)}. \tag{13}$$

Различают четыре вида рефракции — отрицательную (*1*), нулевую (*2*), нормальную (*3*) и сверхрефракцию (*4*) (рис. 21).

Важным свойством тропосферы является ее неоднородность — слоистые и глобулярные образования с резко отклоняющимся от среднего значения индекса преломления. Это свойство обусловливает рассеяние и преломление радиоволн УКВ диапазона, которое приводит к дальнему их распространению. Параметры тропосферы подвержены регулярным и случайным изменениям, предсказываемым прогнозами МККР [15]. Изменения параметров обусловливают изменения условий распространения радиоволн и временные флуктуации сигнала в пункте приема, определяющие надежность связи [13]. Тропосфера, имеющая в своем составе водяные пары, частицы влаги и пыли, молекулы газов, поглощает часть энергии распространяющихся в ней волн. Эффект поглощения сказывается при длине волн короче 5 *см*. Он связан, в основном, с двумя факторами — осадками (дождем, туманом, снегопадом и т. д.) и молекулярным (резонансным) поглощением в парах воды и кислороде воздуха. Коэффициенты поглощения изменяются в зависимости от метеорологических условий и частоты от сотых долей до нескольких сотен децибел на километр [15].

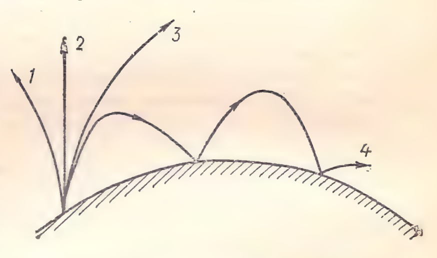


Рис. 21. К пояснению явления рефракции.

Верхний слой атмосферы — *ионосфера** (60—1000 *км*) — схематически изображена на рис. 20. Слой D (60—80 *км*) существует только в дневное время (в присутствии источника ионизации), обусловливая значительное поглощение радиоволн низких частот (см. табл. 2). Слой E (100—120 *км*) имеет аналогичные со слоем D характеристики. Слой F в дневное время состоит из слоев F_1 (180—200 *км*) и F_2 (250—450 *км*), причем слой F_2 неустойчив как по электронной концентрации, так и по высоте ее максимума.

Ионосфера обладает преломляющими и отражающими свойствами, зависящими от частоты. Наибольшая частота луча, падающего вертикально и отражаемого ионосферой, называется критической и равна, *кгц*,

$$f_{\text{кр}} = \sqrt{80{,}8N'}, \tag{14}$$

где N' — концентрация электронов в единице объема, $1/см^3$.

Таким образом, ионосфера прозрачна для частот оптического диапазона. По отношению к радиоволнам ($f < f_{\text{кр}}$), падающим на ионосферу снизу, ионосфера ведет себя аналогично тропосфере в режиме сверхрефракции. Нижние слои постепенно преломляют волны, а верхние — отражают.

Частоты, применяемые для радиосвязи с использованием ионосферного распространения, выбирают в 3—4 раза больше $f_{\text{кр}}$ и называют максимально приме-

* Модель атмосферы, описанная выше, распространяется также и на эту область.

нимыми частотами (МПЧ). Это объясняется тем, что $f_{кр}$ определяется при самых неблагоприятных условиях из-за вертикального падения луча. При наклонном падении условия отражения более благоприятны. МПЧ зависят от длины трассы, размещения антенн и для данной трассы определяются по формуле

$$f_{м.\ п}=f_{кр}\sqrt{\frac{D^2}{4h^2}+1}, \tag{15}$$

где D — расстояние между передатчиком и приемником; h — высота ионосферного слоя.

Для различной степени солнечной активности МПЧ составляют 38—21 *Мгц* ($\lambda = 8 \div 14$ *м*).

Характеристики ионосферы подвержены значительным изменениям, которые можно разделить на две основные группы — регулярные (периодические) и нерегулярные. К регулярным изменениям относятся:

суточные изменения поглощения, имеющие тенденцию к повышению днем и понижению ночью;

сезонные изменения поглощения, имеющие тенденцию к повышению летом (как днем, так и ночью) и понижению зимой;

географические изменения, которые очень сложны и задаются картами мирового распределения МПЧ [15];

изменения, связанные с циклами солнечной активности, имеющие тенденцию к возрастанию поглощения с увеличением числа пятен на Солнце [15].

К нерегулярным изменениям относятся:

внезапные ионосферные возмущения, наблюдаемые в течение нескольких часов (обычно днем) и приводящие к частичной или полной потере связи на коротких волнах. На средних и высоких широтах в любое время года наблюдаются ионосферные бури продолжительностью несколько дней, реже — несколько недель (как днем, так и ночью), ведущие к полной потере связи на коротких волнах;

неоднородности и случайные изменения характеристик (в основном, летом) спорадического слоя E, приводящие к повышенному поглощению и неожиданно дальнему распространению радиоволн с частотой до 50 *Мгц*. Первое явление приводит к неустойчивости связи, второе — к взаимным помехам в пунктах дальнего приема. Наиболее часто эти явления наблюдаются в полярных широтах;

другие изменения, связанные с флуктуациями солнечного излучения, имеющими период порядка получаса, обусловливающие флуктуации сигналов, многолучевое распространение и другие изменения.

Анализ влияния изменений в ионосфере на распространение радиоволн показывает, что обеспечение круглосуточной непрерывной связи на частотах, использующих ионосферное распространение, невозможно. Использование ионосферных прогнозов, набора рабочих частот (не менее трех) и расчетов потерь на трассах позволяют составлять оптимальные расписания для сеансов связи.

Космическое пространство начинается примерно с высоты 1000 *км* над землей и не имеет четкой границы с ионосферой. Особенность космического пространства состоит в том, что межзвездный газ имеет весьма низкую плотность (1 атом на 1 *см*^{3} против $2{,}7 \cdot 10^{19}$ молекул на 1 *см*^{3} атмосферы) и состоит, в основном, из молекулярного и атомарного водорода.

Околоземное космическое пространство содержит радиационный пояс, представляющий собой гигантскую магнитную ловушку, которая захватывает выбрасываемые Солнцем электроны и протоны, и они совершают внутри пояса колебательные и вращательные движения вдоль и вокруг магнитных силовых линий. Во внутренней части преобладают электроны с энергией десятки и сотни электронвольт, а во внешней —протоны с энергией в сотни тысяч электронвольт. Во время солнечных возмущений потоки частиц («солнечный ветер») приводят к увеличению поглощения и искажению траекторий распространения радиоволн.

В системах космической радиосвязи оптимальными являются волны 3—10 *см*. Более короткие волны поглощаются осадками и туманом, а более длинные требуют громоздких антенных сооружений.

Поверхность земли также оказывает существенное влияние на распространение радиоволн (особенно земных) своими электрическими свойствами, рельефом, застройкой, насаждениями. Как вода, так и суша относятся к категории полупроводников и характеризуются относительной диэлектрической проницаемостью ε' и удельной проводимостью σ. Если $\varepsilon' \gg 60\lambda\sigma$, то полупроводник по своим свойствам приближается к диэлектрику; при $\varepsilon' \ll 60\lambda\sigma$ полупроводник ведет себя как проводник.

Значения ε' и σ изменяются в относительно небольших пределах (табл. 3).

Морская вода является проводником для частот ниже 10 *Мгц* и диэлектриком для частот выше 10^5 *Мгц*. Глубина, на которой радиоволны затухают в *e* раз по сравнению с их интенсивностью на поверхности воды, *м*,

$$\delta = 250\sqrt{f}, \qquad (16)$$

где f — частота, *гц*.

По формуле (16) можно ориентировочно выбрать частоты для связи с подводными объектами. Характерно, что мощность 10 *квт* на частоте 16 *кгц* на глубине 23 *м* ослабляется до 1 *мквт*.

Скорость распространения радиоволн в воде, *м/сек*,

$$v_в = 2\pi f\delta = 500\pi f^{3/2}, \qquad (17)$$

где f — частота, *гц*.

В настоящее время передача информации посредством радиоволн с длиной волн порядка 30 000 *м* осуществляется на глубину около 28 *м*.

Таблица 3

Изменение параметров ε' и σ в зависимости от характера земной поверхности

Вид земной поверхности	Пределы изменения параметров	
	ε'	σ, *мо/м*
Вода:		
морская	80	1—4,3
пресная	80	10^{-3} — $2{,}4 \times 10^{-2}$
Почва:		
влажная	10—30	$3\cdot10^{-3}$ — $3\cdot10^{-2}$
сухая	3—6	$1{,}1\cdot10^{-5}$ — $2\cdot10^{-3}$
Леса	—	10^{-3}*
Горы	—	$7{,}5\cdot10^{-4}$*

* Среднее значение.

Влияние магнитного поля Земли, имеющего напряженность у ее поверхности порядка 40 *а/м* (небольшими периодическими и случайными флуктуациями обычно пренебрегают), в атмосфере (до высоты 60 *км*) на распространение радиоволн ничтожно мало. В ионосфере оно приводит к расщеплению луча и завихрению движущихся электронов. Сверхдлинные волны способны распространяться вдоль силовой линии Земли на расстояния, определяемые ее траекторией.

Влияние поверхности земли и среды на распространение радиоволн различных диапазонов приведено в табл. 2.

Радиопомехи возникают в связи с резкими изменениями тока в результате электрических разрядов (молния, короткое замыкание), разрыва токоведущих цепей в разного рода контактных устройствах, колебания нагрузки в электрических цепях (например, в асинхронных электромоторах), а также с неправильным использованием радиотехнической аппаратуры.

Изменения тока, в свою очередь, вызывают в окружающем пространстве электромагнитные возмущения, интенсивность которых определяется множеством факторов: величиной, скоростью и частотой изменения тока, конфигурацией токоведущих цепей, экранирующим действием металлических конструкций и т. д. Каждый из факторов является следствием других причин. Таким образом, создается причинно-следственная цепь множества явных и скрытых звеньев, изменяющих свое состояние во времени и в пространстве случайным образом и обусловливающих вероятностную природу радиопомех.

Простейший источник радиопомех — однополюсный разъединитель. Источники, содержащие множество помехообразующих элементов, называют комплексными (например, автомобиль, завод, город).

Помеху на входе приемного устройства удобно представить случайной импульсной последовательностью. Это вполне согласуется с дискретной природой электричества. Тогда характер помехи на выходе канала будет зависеть от соотношения частоты повторения импульсов f_n, эффективной ширины полосы пропускания канала $П_э$, формы резонансной кривой и определяться так называемым параметром импульсности, который с достаточной для практики точностью можно определить по формуле

$$\gamma = \frac{2f_и}{П_э}. \tag{18}$$

При $\gamma < 1$ процесс на выходе канала импульсный, т. е. длительность входного импульса значительно меньше длительности реакции резонансной системы на одиночное воздействие, а длительности интервалов между смежными импульсами настолько велики, что импульсы взаимно не перекрываются: при $1 < \gamma < 10^4$ процесс квазиимпульсный, т. е. между смежными импульсами имеется взаимное перекрытие; при $\gamma > 10^4$ процесс флуктуационный, т. е. взаимное перекрытие смежных импульсов настолько велико, что они образуют непрерывный процесс, приближающийся к белому шуму по мере увеличения γ.

Радиопомехи распространяются аналогично полезным высокочастотным сигналам прямой и земной волнами, вдоль физических цепей, а также по волноводным каналам (как естественным, так и искусственным). Волны радиопомех обычно не имеют определенной и устойчивой поляризации.

В табл. 4 приведены некоторые свойства радиопомех в соответствии с их классификацией.

В настоящее время создана довольно четкая система прогнозирования и методика расчета атмосферных радиопомех. Периодически в документах МККР [14] публикуются Мировые карты атмосферных помех, графики и номограммы, позволяющие рассчитать характеристики для соответствующего сезона года, времени суток и частоты в любом географическом пункте.

Изучение атмосферных радиопомех имело две основные стадии. На первой стадии измеряли среднюю мощность помехи, выражаемую через рабочий коэффициент шума антенны [14, 15],

$$f_{0р} = \frac{\dfrac{p_0}{kT_0П}}{\dfrac{p_{d_0}}{n_d}}, \tag{19}$$

где p_0 — входная мощность высокочастотного сигнала на зажимах эквивалентной антенны без потерь; $kT_0П$ — отсчетная мощность шумов — мощность шумов при абсолютной температуре T_0 в полосе частот $П$ (k — постоянная Больцмана); p_{d_0} — общая мощность сигнала, подаваемая в нагрузку линейной части приемного устройства при настройке высокочастотного сигнала на максимум амплитудно-частотной характеристики; n_d — шумы на нагрузке.

Если заменить отношение p_{d_0}/p_0 максимальным рабочим усилением g_0, то

$$f_{0р} = \frac{n_d}{g_0 kT_0П}. \tag{20}$$

Однако оценка атмосферных радиопомех посредством рабочего коэффициента шума пригодна лишь для определения качества сообщений, передаваемых с помощью аналоговых способов модуляции, когда защита от помех осуществляется путем превышения уровня принимаемого сигнала над уровнем помех в пункте приема.

Таблица 4

Свойства радиопомех

Вид радиопомех	Физическая характеристика
По характеру микроструктуры на выходе [illegible]:	
импульсные	$\gamma = \frac{2f_{И}}{П_{э}} < 1$
квазиимпульсные	$1 < \gamma < 10^4$
флуктуационные	$\gamma > 10^4$
По характеру мешающего воздействия на сигнал:	
аддитивные	$X = S + \xi$
мультипликативные	$X = yS$
комбинированные	$X = yS + \xi$
По характеру энергетического спектра:	
сосредоточенные	$A(\omega) = \delta(\omega) = \begin{cases} 1 \text{ при } \omega = \omega_0; \\ 0 \text{ при } \omega \neq \omega_0 \end{cases}$
узкополосные	$2\Delta\omega \ll \omega_0$
широкополосные	$2\Delta\omega \gg \omega_0$
В зависимости от места возникновения по отношению к приемному устройству: внешние и внутренние	—
По происхождению — естественные помехи:	
разряды молнии	Импульсный широкополосный процесс, аддитивное воздействие
стекание электростатических зарядов частиц влаги и пыли	Флуктуационный широкополосный процесс, аддитивное воздействие
космические (галактические) шумы	То же
ионосферные возмущения	Флуктуационный процесс, мультипликативное воздействие
искусственные помехи:	
промышленные (индустриальные) помехи	Квазиимпульсный широкополосный процесс
взаимные помехи	Сосредоточенные, комбинированные
шумы элементов приемной аппаратуры	Флуктуационный широкополосный процесс, аддитивное воздействие
флуктуации параметров аппаратуры	Флуктуационный процесс, мультипликативное воздействие

Примечание. $f_{И}$ — частота повторения импульсов; $П_{э}$ — эффективная полоса пропускания; X — результат воздействия помехи на сигнал; S — сигнал; ξ — аддитивная помеха; y — мультипликативная помеха; $A(\omega)$ — амплитудный спектр.

Для этой цели разработаны нормы защитных отношений сигнал/помеха, которые необходимы для достижения требуемой верности информации [15]. Такая защита мало эффективна при передаче информации с помощью дискретных способов модуляции и кодирования, особенно при воздействии импульсных помех относительно

малой интенсивности, что проиллюстрировано рис. 22 [15]. Сравнение процента ошибок, вызванных огибающими теплового шума (или внешними помехами, приведенными к уровню теплового шума) и атмосферными помехами, показывает, что эффективная защита путем превышения уровня сигнала над уровнем атмосферных помех потребует больших затрат материальных ресурсов, перерасхода электроэнергии, резкого увеличения взаимных помех и т. п.

Вторая стадия изучения атмосферных радиопомех связана с проникновением в их тонкую структуру, характеризующуюся распределением вероятности амплитуд импульсов (РВА). РВА содержит значительно бóльшую информацию о радиопомехах, чем их интегральная оценка с помощью коэффициента шума или средней мощности. РВА можно представить как процент времени, в течение которого превышается любой данный уровень огибающей помех (вероятность превышения заданного уровня).

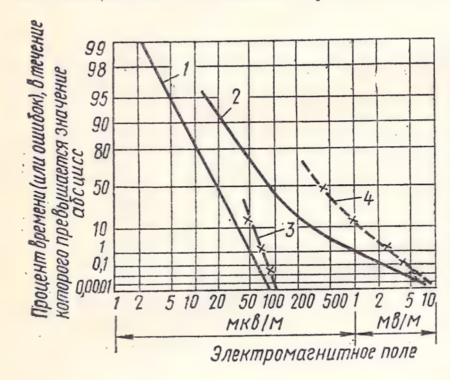


Рис. 22. К сравнению распределения вероятности огибающих теплового шума (*1*), атмосферных помех (*2*) и ошибок, вызванных ими (*3* и *4*).

Существует множество гипотез о законе распределения вероятности амплитуд атмосферных помех [15]. Для примера рассмотрим способ описания атмосферных помех комбинацией рэлеевских распределений [14]. Для удобства представления данных строят семейство идеализированных кривых, одна из которых может быть выбрана в качестве РВА с достаточной степенью точности. Построение выполняют в системе координат, для которой рэлеевское распределение (описывающее огибающую тепловых шумов) представляется прямой линией с тангенсом угла наклона, равным — 0,5. Такой наклон имеет прямая, изображающая атмосферные помехи малых амплитуд. Атмосферные помехи больших амплитуд представляются другой, более крутой, прямой. Обе эти прямые соединяют дугой. Построение графиков связано с использованием величин, соответствующих среднеквадратическим, средним и среднелогарифмическим значениям распределения, являющихся параметрами, регистрируемыми при измерении помех. На практике отношение среднеквадратического напряжения к среднему (U_d) достаточно для определения нужной кривой, которая должна отображать распределение, поскольку между средним и среднелогарифмическим напряжениями наблюдается хорошая корреляция. Некоторые из этих кривых представлены на рис. 23, где приведены разности Δ между мгновенным значением амплитуды при любой вероятности и среднеквадратичным значением для некоторых U_d.

Данные для промежуточных U_d могут быть получены путем интерполяции [14].

Собственные шумы приемного устройства. Суммарная мощность шумов, действующая на входе приемного устройства, складывается из мощности шумов, поступающих из антенно-фидерного тракта, и мощности собственных шумов приемного устройства, приведенных к его входу.

Мощность собственных шумов принято характеризовать шумовой температурой согласованного с входом приемника сопротивления, обеспечивающего на выходе линейной части идеального нешумящего приемника мощность шумов, равную мощности шумов реального приемника. Температура шума на входе согласованного с антенной приемного устройства с учетом всех шумовых источников определяется следующим очевидным выражением:

$$T_{ш.\,у} = (T_{ант} + T_{ш.\,ант})\,\eta_ф + T_{ш.\,ф} + T_{ш.\,пр}, \qquad (21)$$

где $T_{ант}$ — температура антенны, обусловленная приемом радиоизлучения внешних по отношению к антенне источников; $T_{ш.\,ант}$ — температура шума собственного теплового радиоизлучения приемной антенны, обусловленная

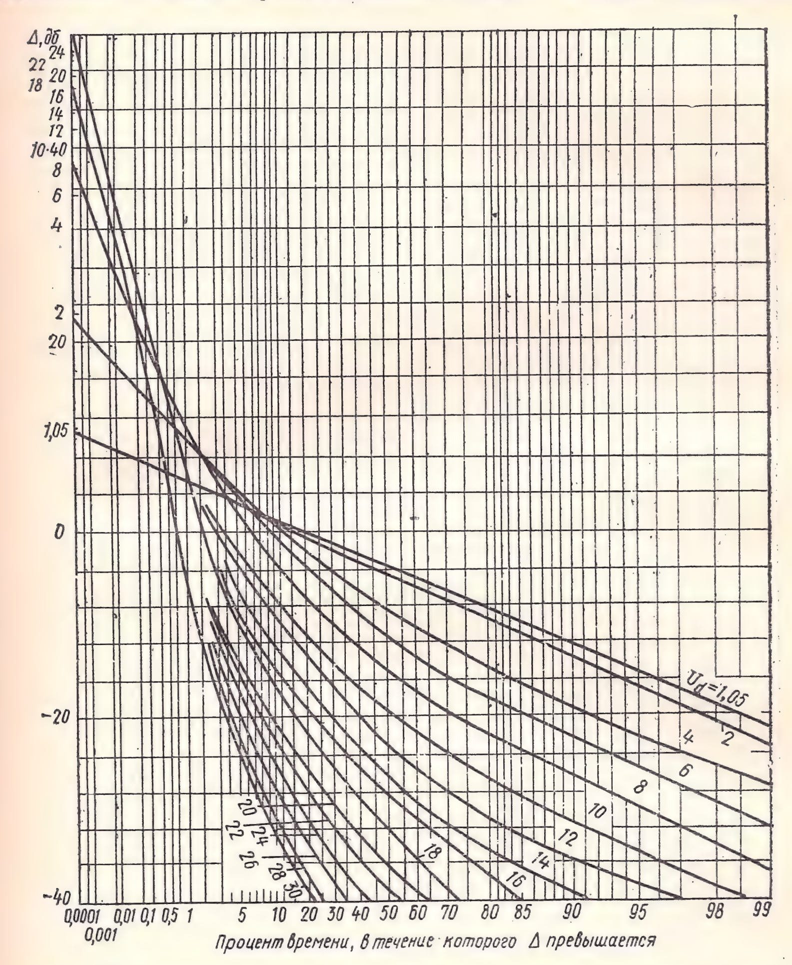


Рис. 23. Идеализированные функции распределения амплитуд атмосферных радиопомех.

омическими потерями в ее элементах; $\eta_ф$ — коэффициент полезного действия (коэффициент передачи) фидерного тракта; $T_{ш.\,ф}$ — температура шума радиоизлучения фидерного тракта; $T_{ш.\,пр}$ — температура собственного шума приемника, приведенная к его входу.

До недавнего времени температура шума на входе приемного устройства полностью определялась температурой его собственного шума. С появлением малошумящих усилителей СВЧ, температура собственного шума которых харак-

теризуется крайне низким уровнем (рис. 24), нельзя не учитывать радиоизлучения среды, окружающей антенну, и теплового радиоизлучения антенно-фидерного тракта.

Радиоизлучение внешних по отношению к антенне источников оценивают в соответствии с изложенной выше методикой (в диапазоне до 10—20 *Мгц*). На частотах выше 100 *Мгц* при использовании приемных устройств с малыми внутренними шумами (рис. 24) необходимо также учитывать космическое радиоизлучение, радиоизлучение атмосферы Земли и земного покрова, а также радиоизлучения Солнца и планет [13].

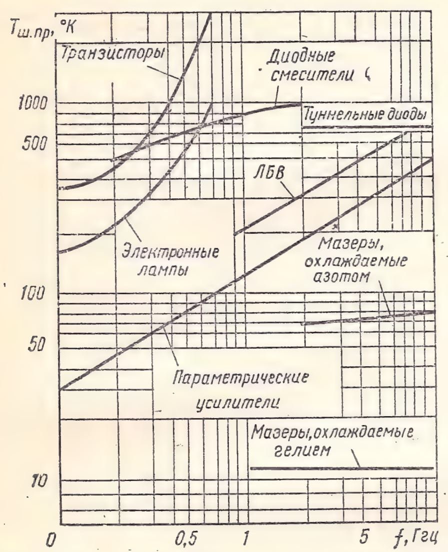


Рис. 24. Собственные шумы различных типов аппаратуры.

Рассмотрим методы определения $T_{ш.\,ант}$, $T_{ш.\,ф}$ и $T_{ш.пр}$, входящих в уравнение для $T_{ш.\,у}$.

Расчеты показывают [39], что значения $T_{ш.\,ант}$ даже для волн $\lambda = 1$ *см* не превышают 1—2° К, поэтому ими можно пренебречь. Температуру $T_{ш.\,ф}$ рассчитываем по формуле

$$T_{ш.\,ф} = T_ф (1 - \eta_ф), \qquad (22)$$

где $T_ф$ — термодинамическая температура фидера, определяемая температурой окружающей среды.

В табл. 5 приведены расчетные значения $T_{ш.\,ф}$ (при $T_{ш.\,вх} = 0°$ К, $T_ф = 300°$ К).

Коэффициент полезного действия фидерного тракта

$$\eta_ф = \exp(-2\varkappa_ф l_ф), \qquad (23)$$

где $l_ф$ — длина фидера, *м*; $\varkappa_ф$ — затухание, приходящееся на единицу длины фидера, которое может быть определено по справочным таблицам или по графикам (рис. 25), причем

$$\varkappa_ф = \varkappa_{фR} + \varkappa_{фG}; \qquad (24)$$

$\varkappa_{фR}$ — потери, обусловленные сопротивлением жил фидера; $\varkappa_{фG}$ — потери, обусловленные проводимостью диэлектрика, заполняющего пространство между жилами и оплеткой.

Затухание $\varkappa_ф$ можно также определить по формуле

$$\varkappa_ф = \frac{R_ф}{2\rho_ф} + \frac{\sigma_ф \rho_ф}{2}, \qquad (25)$$

Таблица 5

Расчетные значения температуры шума на выходе согласованного фидера

$\eta_ф$	Уровень потерь $(1-\eta_ф)$, *дб*	$T_{ш.\,ф}$, °К	$\eta_ф$	Уровень потерь $(1-\eta_ф)$, *дб*	$T_{ш.\,ф}$, °К
0,997	0,1	7	0,794	1,0	63
0,944	0,25	17	0,631	2,0	110
0,891	0,5	32	0,5	3,0	150

где $R_ф$ — активное сопротивление на единицу длины, *ом/м*; $\sigma_ф$ — проводимость изоляции на единицу длины, *ом/м*; $\rho_ф$ — волновое сопротивление, *ом*.

Температуру $T_{ш.\,пр}$ можно определить по графикам рис. 24 или (более точно) с помощью коэффициентов шума.

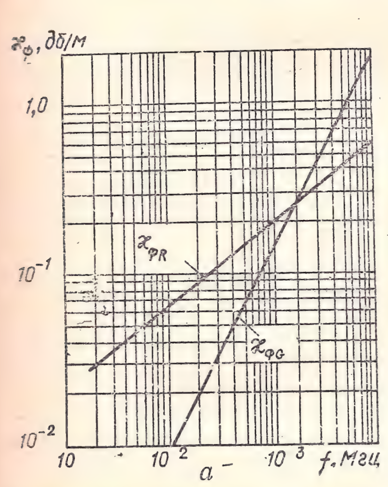
Таким образом, для практических расчетов температуры $T_{ш.\,у}$ можно пользоваться формулой

$$T_{ш.\,у} \approx T_{ш.\,ф} + T_{ш.\,пр}. \tag{26}$$

Сравнение результатов, приведенных в табл. 5, с данными рис. 24 дает возможность сопоставить температуру шума радиоизлучения фидерного тракта

Рис. 25. Графики для определения затухания фидера в зависимости от частоты:

а — РК-50-9-12 (РК-6); *б* — РК-75-4-17 (*1*), РК-50-11-21 (*2*), РК-100-7-14 (*3*).



и температуру собственного шума приемника, приведенную к его входу, и решить, можно ли одной из них пренебречь (если они различаются больше, чем на порядок). Аналогично температуру $T_{ш.\,ф}$ сопоставляют с эффективной температурой помех, обусловленных действием внешних источников. Анализ табл. 5 приводит также к выводу о том, что уменьшение коэффициента передачи ($\eta_ф$) приводит к уменьшению уровня сигнала и увеличению собственных шумов на выходе фидера, в результате чего резко уменьшается отношение сигнал/шум.

Индустриальные помехи — это электромагнитные колебания, возбуждаемые электроустройствами специально или в результате повреждения оборудования, за исключением колебаний, предназначенных для передачи информации.

Классификация источников индустриальных помех, установленная МККР [36], предусматривает их разделение на семь групп (табл. 6)*.

* Для составления таблицы использованы работы [6, 14, 15, 28, 33, 34, 36, 37, 39]. Напряжения радиопомех (там, где это специально не оговорено) измеряли на зажимах источника или на зажимах его подключения к питающей электросети. Напряженность поля радиопомех (там, где это специально не оговорено) измеряли стандартным измерителем помех по методике, изложенной в работах [31, 36], на расстоянии 1 *м* от источника. Уровень поля *E*, *мкв*, в напряженность поля *E*, *мкв/м*, для зоны излучения без учета влияния земли пересчитывают по формуле

$$E = kE,$$

где $k = \frac{1}{h_д}$ — коэффициент пересчета (табл. 7); $h_д$ — действующая высота антенны.

Таблица 7

Значения коэффициента пересчета *k* в различных диапазонах частот

Частота, *Мгц*	*k*	Частота *Мгц*	*k*	Частота *Мгц*	*k*
0,15—20	2,0	150	1,58	500	5,24
30	0,314	180	1,89	600	6,29
40	0,42	200	2,0	700	7,33
50	0,525	220	2,3	800	8,39
60	0,63	250	2,62	900	9,55
80	0,84	300	3,14	1000	10,5
90	0,945	350	3,67		
100	1,05	400	4,2		

Основные характеристики источников

№ группы	Наименование и состав группы	Помехообразующие элементы
I	Коммутационные устройства (двигатели и генераторы переменного и постоянного тока, трансформаторы)	Коллекторные устройства электромашин, коммутационные процессы, сопровождающиеся резкими изменениями тока в обмотках и т. д.
II	Устройства, содержащие контакты и устройства с терморегуляторами (телефонно-телеграфная, коммутационная аппаратура, бытовые приборы)	Контакты преобразователей, ключей, выключателей, реле, номеронабирателей, терморегуляторов, а также токовращатели и т. д.
III	Газоразрядные лампы и рекламы, газонаполненные лампы с подогревным катодом (лампы дневного света, неоновые рекламы, газотроны, тиратроны, ртутные и натриевые лампы и т. д.)	Ионизация и электрический разряд в газах
IV	Линии электропередачи и связанные с ними устройства	Коронирование на проводах, утечка и разряд на изоляторах
V	Системы зажигания двигателей внутреннего сгорания	Контакты прерывателей, искровой промежуток свечи
VI	Промышленные, научные и медицинские высокочастотные устройства	Генераторы высокой частоты
VII	Радиовещательные и телевизионные приемники	Гетеродины, системы развертки

Таблица 6

индустриальных радиопомех

Причины возникновения помех	Характер помех	Характер энергетического спектра
Неидеальная конструкция; износ коллектора; нарушение регулировки щеток; нелинейность вольт-амперной характеристики асинхронных машин	Импульсный в неустановившемся режиме; импульсный квазипериодический в установившемся режиме	Линейчатый экспоненциальный (при идеальной коммутации); квазисплошной (при неидеальной коммутации), убывающий на 20 *дб* с увеличением частоты на порядок (до 5 *Мгц*) и на 5 *дб* — на частотах более 5 *Мгц*
Искрение контактов в результате: неидеальной конструкции; неисправности и загрязнения	Импульсный	Убывающий на 20 *дб* при увеличении частоты на порядок почти равномерно во всем диапазоне радиочастот
Неидеальная конструкция; неисправности	Квазиимпульсный	Равномерный в широком диапазоне частот (до десятков мегагерц)
Неидеальная конструкция; загрязнение и неисправности изоляторов; осадки увеличивают уровни помех на 10—30 *дб*	Квазиимпульсный (при коронировании); импульсный (при разрядах и коммутации); квазипериодический (для гармонических и комбинационных составляющих частоты 50 *гц*)	Экспоненциальный (ориентировочно), убывающий на 7,5 *дб* при увеличении частоты на порядок (до частот порядка 1 *Мгц*)
Неидеальная конструкция; неисправности	Импульсный	Равномерный до частоты 20 *Мгц* с П-образным всплеском на два порядка на частотах 20—150 *Мгц*
Генерирование колебаний высокой частоты; плохая фильтрация гармонических и комбинационных составляющих	Гармонический	В виде дельта-функций на частоте f_0; линейчатый на частотах nf_0, где $n = 1, 2, 3\ldots$; f_0 — частота настройки приемной системы
Неидеальная конструкция	Гармонический; импульсный периодический (для развертки)	В виде дельта-функций на частоте $f_Г$; линейчатый на частотах $nf_Г$, где $n = 1, 2, 3\ldots$; $f_Г$ — частота излучения источника помех

№ группы	Законы распределения вероятности и параметры помех	Пути распространения помех
I	Логарифмически-нормальный для квазипиковых и амплитудных значений напряжения (U) и поля (E). Средние значения U и E зависят от величины коммутируемого тока и конструкции контактов: $\sigma_U = \sigma_E = 5 \div 9$ *дб*. Закон Пуассона для моментов возникновения импульсов; средняя частота следования $f_{ср} \approx \approx 10^3 \div 10^5$ *импульсов/сек*	В основном, вдоль распределительной электросети на значительные расстояния. Электромагнитное поле на расстоянии $r = 0{,}5\lambda$ затухает в 10 раз
II	Логарифмически-нормальный для квазипиковых и амплитудных значений. U и E зависят от величины тока, конструкции контактов. $\sigma_U = \sigma_E = 7 \div 9$ *дб*. Закон Пуассона для моментов возникновения импульсов; средняя частота следования $f_{ср} = 10^3 \div 10^5$ *импульсов/сек*	В основном, вдоль электрических сетей (осветительных, распределительных, контактных, ЛЭП, телефонных, радиофикаций и т. д.)
III	Логарифмически-нормальный для амплитудных значений. $U \approx 19$ *дб*; $\sigma = 10$ *дб*; $f_{ср} = 1200$ *импульсов/сек* (для газосветных трубок); $f_{ср} = 10^3 \div 10^5$ *импульсов/сек* (для других устройств)	В основном, вдоль осветительных сетей
IV	Логарифмически-нормальный для квазипиковых и амплитудных значений. U и E зависят от напряжения в ЛЭП и атмосферных условий: $\sigma_U = \sigma_E \approx 10 \div 20$ *дб*; $f_{ср} = 1 \div (10^4 \div 10^5)$ *импульсов/сек*. Длительность импульсов $t_и = 10^{-6} \div 10^{-7}$ *сек*	В основном, вдоль линий. Электромагнитное поле убывает на 25—18 *дб* при увеличении расстояния на 10 *м* перпендикулярно к ЛЭП (в диапазоне 20—150 *Мгц*)
V	Логарифмически-нормальный для квазипиковых и амплитудных значений поля. $E = 20 \div 30$ *дб*; $\sigma_E = 10$ *дб*; $f_{ср} = 10^2 \div 10^3$ *импульсов/сек*; $t_и = 10^{-6} \div 10^{-7}$ *сек*	Электромагнитное поле убывает на 25—18 *дб* при увеличении расстояния на 10 *м* от источника (в диапазоне 20—150 *Мгц*)
VI	—	В основном, электромагнитным полем — на значительные расстояния, а также вдоль проводов питающей электросети

Продолжение табл. 6

Рекомендации по способам подавления помех в местах возникновения и на путях распространения	Нормы допускаемых уровней напряжения и поля радиопомех
Симметрирование обмоток Регулировка и полировка щеток и коллектора Фильтрация всех внешних проводов конденсаторами емкостью 0,5—1 *Мкф* Экранирование	Напряжения на частотах (на зажимах и на корпусе): 0,15—0,5 *Мгц* — 250 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 100 *мкв*; 2,5—400 *Мгц*—50 *мкв*
Искрогаситель ($RC=10$) Фильтр $LC=10$ Экранирование Комбинированный способ	Поля на частотах (на расстоянии 1 *м* от источника) 0,15—0,5 *Мгц* — 250 *мкв*. Напряжения на частотах (на зажимах): 0,15—0,5 *Мгц* — 20 *мкв*; 0,5—400 *Мгц* — 10 *мкв*
Устранение повреждений Экранирование	Напряжения на частотах (на зажимах сети): 0,15—0,5 *Мгц* — 100 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 50 *мкв*; 2,5—20 *Мгц* — 20 *мкв*; 20—400 *Мгц* — 100 *мкв*. Поля на частотах (на расстоянии 2 *м* от источника): 0,15—0,5 *Мгц* — 100 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 20 *мкв*; 2,5—20 *Мгц* — 10 *мкв*; 20—400 *Мгц* — 20 *мкв*
Устранение повреждений и профилактические меры Фильтрация гармонических и комбинационных составляющих	Поля на частотах (на расстоянии 50 *м* от ЛЭП, при напряжении менее 220 *кв*): 0,15—0,5 *Мгц* — 100 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 50 *мкв*; 2,5—20 *Мгц* — 20 *мкв*, 20—400 *Мгц*—10 *мкв*
Подавительные сопротивления $R = 1000 \div 30\,000$ *ом*, включаемые в общий провод распределителя и провода свечей Применение проводов с высоким сопротивлением Блокирование емкостью $C = 50$ *пф* распределительных проводов Экранирование двигателя	Поля на частотах (для мотоциклов, тракторов, силовых устройств — 50 *мкв* на расстоянии 10 *м* от источника): 20—400 *Мгц* — 20 *мкв*
Экранирование Фильтрация гармонических и комбинационных составляющих Защита фильтрами питающей сети	Напряжение в электрической сети на частотах: 0,15—0,5 *Мгц* — 250 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 100 *мкв*; 2,5—20 *Мгц* — 50 *мкв*. Поля (на расстоянии 10 *м* от установки): 0,15—0,5 *Мгц* — 100 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 50 *мкв*; 2,5—20 *Мгц* — 20 *мкв*; 20—400 *Мгц* — 50 *мкв*

№ группы	Законы распределения вероятности и параметры помех	Пути распространения помех
VII	—	Вдоль проводов питающей электросети и электромагнитным полем на небольшие расстояния

Анализ причин возникновения помех позволяет разделить их источники на три вида: электроустройства, которые могут стать источниками помех исключительно при повреждениях; электроустройства, которые являются источниками помех вследствие неидеальной конструкции и изготовления; электроустройства, которые являются источниками помех из-за содержания генератора высокой частоты. Такое разделение позволяет облегчить обнаружение и борьбу с помехами.



Рис. 26. Спектральные характеристики радиопомех, создаваемых контактными устройствами и автомобилями:

1 — звонок; *2* — ключ; *3* — реле; *4* — номеронабиратель; *5* — токовращатель; *6* — без подавления; *7* — с простыми средствами подавления.

Характер радиопомех существенным образом зависит от соотношения частоты повторения импульсов и полосы пропускания приемного устройства, на выходе которого помеха наблюдается. Если длительность импульса помехи значительно меньше длительности реакции приемной системы на одиночное воздействие, то характер помехи целесообразно относить ко входу приемника.

Характер спектра амплитуд (или энергетического спектра помех) зависит от многих факторов: длительности и формы импульсов, законов распределения, средней частоты повторения, механических, геометрических и физических свойств помехообразующих элементов и цепей и др. Поэтому в общем случае спектральная характеристика имеет сложную форму, а в частных случаях может быть аппроксимирована одной или несколькими (по участкам) аналитическими функциями. Для примера на рис. 26 приведены спектральные характеристики радиопомех, создаваемых контактными устройствами (*а*) и автомобилями (*б*).

Статистические характеристики радиопомех в настоящее время исследованы еще недостаточно полно, хотя за последнее десятилетие в периодической

Продолжение табл. 6

Рекомендации по способам подавления помех в местах возникновения и на путях распространения	Нормы допускаемых уровней напряжения и поля радиопомех
Экранирование Фильтрация Защита фильтрами питающей сети	Поля на частотах (3 *м* от источника; для гетеродинов телевизионных приемников —20 *мкв* на расстоянии 30 *м*): 20—400 *Мгц* — 200 *мкв.* Для генераторов развертки — поле на частотах (на расстоянии 2 *м* от источника): 0,15—0,5 *Мгц* — 50 *мкв*; 0,5—2,5 *Мгц* — 20 *мкв*; 2,5—20 *Мгц* — 10 *мкв*

печати появились отдельные результаты, свидетельствующие о том, что большинство источников помех создают импульсные помехи, закон распределения моментов возникновения которых описывается уравнением Пуассона, а распределение вероятности амплитуд — логарифмически-нормальным законом.

Закон Пуассона имеет один параметр — среднюю частоту повторения импульсов ($\overline{f}_и$), а логарифмически-нормальный закон — большее число параметров. Однако если значения аргумента выражены в логарифмических единицах, например в децибелах ($y = 20\, lgx$), то они следуют нормальному закону, имеющему два параметра — математическое ожидание $\overline{E}(\overline{U})$ и дисперсию σ_E^2 (σ_U^2).

Как правило, процесс индустриальных радиопомех относится к классу нестационарных. Поэтому параметры законов распределения вероятности изменяются во времени. Это обстоятельство требует наличия дополнительных сведений об изменениях параметров распределения. В большинстве случаев закон распределения вероятности относительных изменений параметров — нормальный.

Пути распространения индустриальных радиопомех разделяют на три вида: распространение вдоль физической цепи сетей связи и электропитания; распространение электромагнитным полем, излучаемым источниками радиопомех; распространение обоими способами.

Первый путь является практически главным для помех, создаваемых электроустройствами, подключаемыми к электросетям и сетям связи в диапазоне частот ниже 1 *Мгц*. На более высоких частотах затухание сетей резко возрастает, что способствует локализации радиопомех. При распространении радиопомех вдоль физических цепей образуются симметричные и несимметричные напряжения. *Симметричным* называется напряжение ($U_с$) между двумя любыми проводами источника индустриальных радиопомех. *Несимметричным* называется напряжение ($U_н$) индустриальных радиопомех между точкой, потенциал которой равен среднему потенциалу системы проводов, и землей [12]:

$$U_н = \frac{U_a + U_б + U_в + \cdots + U_n}{n}, \qquad (27)$$

где U_a, $U_б$, $U_в$, ..., U_n — напряжения между соответствующими проводами и землей; n — число проводов сети.

Радиус распространения симметричной составляющей значительно больше радиуса распространения несимметричной, так как последняя испытывает довольно большое затухание, связанное со сравнительно большим сопротивлением земли.

Второй путь является практически главным для электроустройств, не связанных с электросетями и сетями связи. Составляющие электромагнитного поля радиопомех для наиболее простого случая, когда излучающую систему можно

представить в виде источника с короткой вертикальной антенной, рассчитывают по формулам:

$$E = \frac{I_A h_д}{\lambda^2}\left(\frac{30\lambda^3}{\pi r^3} + j\frac{60\lambda^2}{r^2} - \frac{120\lambda}{r}\right); \qquad (28)$$

$$H = \frac{I_A h_д}{\lambda^2}\left(j\frac{\lambda^2}{2\pi r^2} - \frac{\lambda}{r}\right), \qquad (29)$$

где E — напряженность электрического поля, *в/м*; H — напряженность магнитного поля, *а/м*; I_A — эффективное значение тока у основания антенны, *а*; r — расстояние от антенны, *м*; λ — длина волны, *м*.

Формулы (28), (29) указывают на три составляющие электрического и две составляющие магнитного поля, убывающие в различной степени в зависимости от r/λ. На небольшом расстоянии от источника помех ($r < 4\lambda$) —в ближней зоне (зоне индукции) — преобладают быстро убывающие составляющие поля, а на больших расстояниях ($r > 4\lambda$) — в зоне излучения — составляющие поля, убывающие пропорционально расстоянию r.

На рис. 27 показан характер изменения различных составляющих электромагнитного поля индустриальных радиопомех в зависимости от r/λ, причем множители k_1, k_2, k_3 соответствующих составляющих электрического и h_1, h_2 магнитного полей:

$$k_1 = \frac{120\pi\lambda}{r}; \quad k_2 = \frac{60\lambda^2}{r^2}; \quad k_3 = \frac{30\lambda^3}{\pi r^3};$$

$$h_1 = \frac{\lambda}{r}; \quad h_2 = \frac{\lambda^2}{2\pi r^2}. \qquad (30)$$

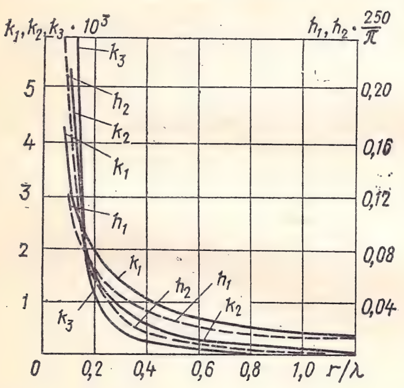


Рис. 27. Характер изменения различных составляющих электромагнитного поля индустриальных радиопомех в зависимости от r/λ.

С учетом равенств (30) формулы (28), (29) можно представить в следующем виде:

$$E = \frac{I_A h_д}{\lambda^2}(k_3 + jk_2 - k_1); \qquad (31)$$

$$H = \frac{I_A h_д}{\lambda^2}(jh_2 - h_1). \qquad (32)$$

Анализ графиков рис. 27 показывает, что в ближней зоне преобладает электрическая составляющая поля помех, воспринимаемая в основном электрической (штыревой или горизонтальной) антеннами. Магнитные (рамочные или ферритовые) антенны будут воспринимать помехи значительно слабее [36]. По мере увеличения расстояния соотношение между электрической и магнитной составляющими поля стабилизируется.

На практике введенные выше ограничения обычно не выполняются, и эмпирические кривые имеют несколько другой вид. На рис. 28, например, приведены эмпирические кривые убывания уровня поля радиопомех, создаваемых автомобилями.

Сведения о характеристиках отдельных источников помех не всегда могут характеризовать их воздействия на приемную систему, так как в приемную антенну обычно попадают излучения многих источников помех.

В том случае, когда источники однотипные, суммарный уровень напряжения или поля помех можно ориентировочно рассчитать по формулам [28]:

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \cdots + U_n^2}; \quad (33)$$

$$E_{\text{сум}} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \cdots + E_n^2}. \quad (34)$$

Эти формулы были проверены для случая, когда источниками помех были автомобили.

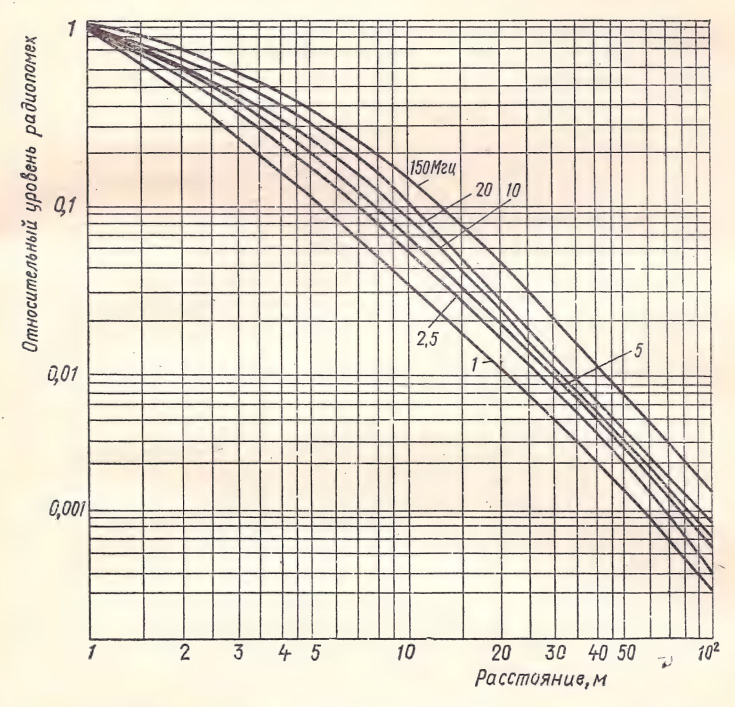


Рис. 28. Эмпирические кривые убывания уровня поля радиопомех, создаваемых автомобилями.

Сложные электросистемы представляют собой совокупность большого числа относящихся к одной или разным группам помехообразующих элементов, излучения которых взаимно перекрываются. Такие объекты называют комплексными источниками радиопомех и рассматривают как единый источник, создающий так называемую суммарную помеху. В качестве примера комплексных источников индустриальных помех может послужить автомобиль, корабль, завод, город и т. д.

Учет влияния стационарных комплексных источников радиопомех на приемное устройство в диапазоне частот ниже 1 *Мгц* осуществляется с помощью коэффициентов переноса радиопомех из электросети в приемную антенну. *Коэффициентом переноса* называется величина, равная отношению напряжений (или напряженностей поля) индустриальных радиопомех в точках, куда и откуда

Характеристики сум

Помехи	Закон распределения вероятности	Основные параметры	Динамический диапазон амплитуд
Атмосферные	Рэлея (для амплитуд); Пуассона (для моментов возникновения)	Средние, средние квадратические, средние логарифмические значения, зависят от сезона, времени суток, частоты диапазона, географических координат	$D=50 \div 100$ *дб*
Естественные радиоизлучения	Нормальный (для амплитуд)	Спектральная интенсивность, яркостная температура, зависят от географических координат, угла раствора антенны, убывают пропорционально $f^{-2,65}$	$D=11,5$ *дб*
Внутренние	Нормальный (для мгновенных значений огибающей)	Среднее значение, среднеквадратическое отклонение (равно $\sigma \approx 3$ *дб*), зависят от конструкции, схемы аппаратуры, частоты	$D=11,5$ *дб*
Индустриальные	Логарифмически-нормальный (для амплитуд); Пуассона (для моментов возникновения)	Средний логарифм, зависит от пункта измерений, времени суток, частоты $\sigma=(5 \div 20)$ *дб*	$D = 3,7\sigma = 17,5 \div 74$ *дб*

энергия переносится [12]. В соответствии с определением коэффициент переноса может быть рассчитан по одной из следующих формул:

$$K_п = \frac{U'}{U}; \quad K_п = \frac{E'}{U}; \quad K_п = \frac{E'}{E}; \quad K_п = \frac{U'}{E}, \qquad (35)$$

где $U(E)$ и $U'(E')$ — напряжение (напряженность поля), образующаяся в точках, соответственно откуда и куда энергия переносится.

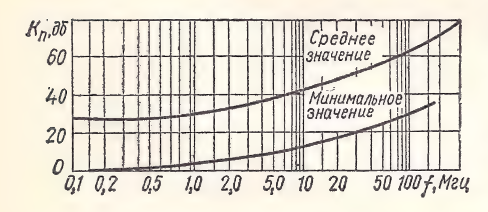


Рис. 29. Кривые среднего и минимального значений коэффициента переноса помех из электросети для диапазона частот 0,1—200 *Мгц*.

На рис. 29 приведены кривые частотной зависимости усредненных значений коэффициентов переноса.

На практике наблюдаются следующие виды переноса энергии: из сети в антенну или в точку, где она должна размещаться; из одной сети в другую, являющуюся вторичным источником помех; перенос энергии, излучаемой источником помех, не связанным непосредственно с сетью, в эту сеть; перенос энергии, излучаемой источником помех, не связанным непосредственно с сетью, через эту сеть в антенну или в точку, где она должна размещаться.

Коэффициент переноса является случайной величиной, зависящей также от частоты. При переносе энергии из бытовых электросетей города в антенны радио-

Таблица 8

марных радиопомех

Причины и характер изменчивости параметров	Временная структура	Диапазон частот, в котором преобладает данный вид помех	Способ и пути распространения
Корреляция с явлениями в атмосфере; нормальный закон (для относительных изменений параметров); нестационарный процесс	Короткие редкие импульсы большой амплитуды на фоне частых импульсов малой амплитуды; заметное пакетирование импульсов	0,01÷10 *Мгц* (в удалении от промышленных объектов); 0,01÷1 *Мгц* (в промышленных районах)	Электромагнитным полем (пространственной волной)
Коррелируются с галактическими процессами, солнечной активностью, явлениями в атмосфере	Флуктуации	Выше 20 *Мгц* (в удалении от промышленных объектов); выше 150 *Мгц* (в промышленных районах)	Электромагнитным полем (пространственной волной)
Стационарный процесс	»	Выше 100 *Мгц*	От входных устройств в усилительный тракт приемника
Корреляция с производственной активностью; нормальный закон (для относительных изменений параметров); нестационарный процесс	Короткие импульсы с тенденцией к пакетированию	0,1÷150 *Мгц* (в промышленных районах)	По физическим цепям сетей; электромагнитным полем (земной и пространственной волнами)

приемников величина $K_п$ распределена по логарифмически-нормальному закону.

Величину $K_п$ определяют путем одновременных многократных измерений напряжений (напряженности поля), специально возбуждаемых генератором, в точках, откуда энергия переносится, и в точках, куда она переносится [28, 31, 36].

Рассмотрим некоторые особенности суммарных индустриальных радиопомех, характеристики которых представлены на рис. 30 [22] и в табл. 8.

Динамический диапазон — это отношение уровня помех, соответствующего вероятности 10^{-4}, к медианному значению, выраженное в децибелах:

$$D = 20 \lg \frac{E_{10^{-4}}}{E_{0,5}}. \qquad (36)$$

Процесс формирования суммарной помехи в пункте приема зависит от типов и концентрации источников помех, конфигурации электрических сетей, взаимного расположения приемной антенны, источников помех и электросетей, а также от частоты диапазона. В общем виде суммарный процесс (в соответствии с теоремой о наложении Райса)

$$E_п(t) = \sum_{i=1}^{m} \ln_i (t - t_1), \qquad (37)$$

где $\ln_i(t-t_1)$ — элементарный процесс i-го источника помех, возникающий в момент времени t_i; $m = nf_iT_n$ — общее число импульсов от всех n источников за время T_n; f_i — частота повторения импульсов i-го источника.

Очевидно, метод синтеза суммарной помехи (как его обычно называют) может быть реализован практически только для весьма простых частных случаев. Задача усложняется тем, что на частотах ниже 1 *Мгц* решающую роль в формировании суммарной помехи играют электросети, способствуя переносу на значительные расстояния электромагнитной энергии помех и ее переизлучению.

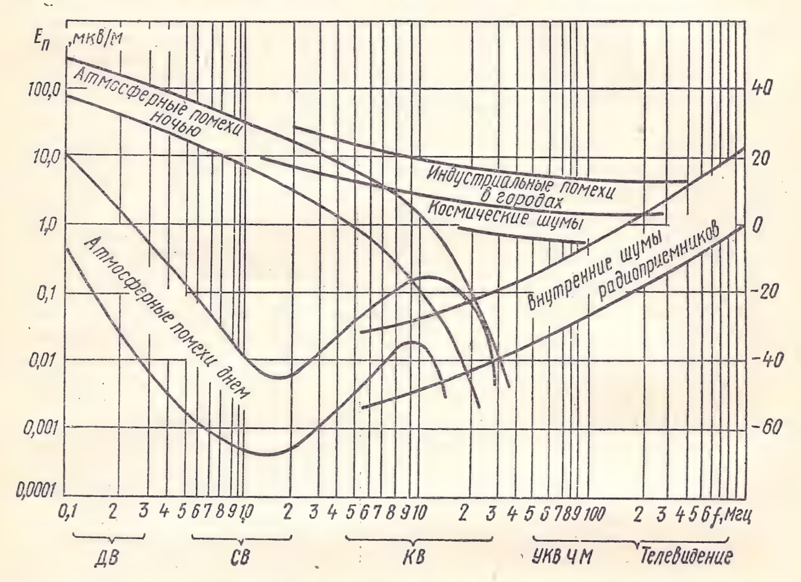


Рис. 30. Характеристики различных видов радиопомех, измеренных в полосе 1 *кгц*.

На практике большее распространение получил метод непосредственного измерения суммарной помехи как готового продукта. Методика таких измерений состоит в следующем [9]. В пункте, где необходимо измерить уровень суммарных радиопомех, размещают типовую аппаратуру [28, 31] и производят с интервалом 5 *сек* 60 отсчетов по шкале индикатора. Значения уровней помех заносят в специальный бланк, фрагмент которого показан в табл. 9. В этом бланке осуществляется группировка данных по интервалам шириной 2 *дб*. Затем производят статис-

Таблица 9

Бланк измерений

E_i, *мкв/м*	E_i, *дб*	m_i	m_i'	P_i
2,51—3,16	8—10	5	0,083	0,083
3,16—3,98	10—12	8	0,133	0,216
3,98—5,01	12—14	17	0,284	0,5
5,01—6,31	14—16	17	0,284	0,784
6,31—7,94	16—18	8	0,133	0,917
7,94—10	18—20	5	0,083	1
Всего:	—	60	1,000	—

Примечания: 1. $\overline{E}$, соответствующее $P_i = 0,5$, равно 14 *дб*. 2. σ_E, соответствующее количеству (6) занятых интервалов, деленному на ширину одного интервала (2 *дб*), равно 3.

тическую обработку результатов по классической схеме: определяют количество m_i отсчетов в i-м интервале; определяют относительное число отсчетов в i-м интервале

$$m_i' = \frac{m_i}{\sum m_i}; \tag{38}$$

определяют накопленное относительное число отсчетов

$$P_i = m_i' + m_{i-1}'; \tag{39}$$

определяют, далее, параметры распределения

$$\overline{E} = \sum m_i' E_i, \tag{40}$$

где E_i — среднее значение уровня i-го интервала.

Затем строят эмпирическую функцию распределения вероятности

$$P_i = \varphi(E_i) \tag{41}$$

на специальной бумаге с нормально вероятностным масштабом (на рис. 31 обозначена точками) и проводят прямую линию, равно удаленную от всех точек. Эта линия соответствует теоретической функции нормального распределения для величин, выраженных в децибелах.

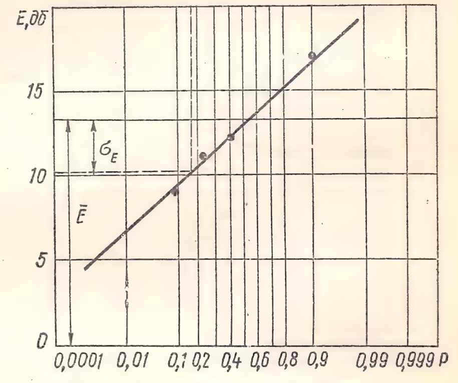


Рис. 31. Эмпирическая функция распределения вероятности.

Степень расхождения между эмпирической и теоретической функциями оценивают по критерию Колмогорова, для чего находят наибольшее уклонение точек от прямой (рис. 31): $Д = 0{,}04$. Как видно, $Д$ соответствует критерию Колмогорова [$K(\lambda) \approx 0{,}98$], что свидетельствует о высокой вероятности соответствия опытных и теоретических данных.

По функции распределения (рис. 31) можно определить ее параметры: $\overline{E} = 13$ *дб* — среднее, $\sigma_E = 3$ *дб* — среднеквадратическое отклонения. Такие измерения и соответствующие им расчеты выполняют на частотах [31]: 0,15; 0,25; 0,35; 0,55; 1,0; 1,5; 3,0; 5,0; 8,0; 10; 15; 20; 40; 50; 60; 80; 90; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400 *Мгц* или на тех частотах указанного ряда, которые соответствуют требуемому диапазону, и строят спектральную характеристику параметров $\overline{E} = \varphi'(f)$ и $\sigma_E = \varphi''(f)$.

Если требуется оценить суммарные помехи на территории предприятия, города и т. д., то выбирают на указанной территории от 20 до 60 точек, охватывающих все разнообразие местных условий. Очевидно, объем вычислительной работы будет слишком велик, что затрудняет практические измерения. В связи с этим рекомендуется использовать приближенный метод оценки параметров непосредственно по бланку измерений табл. 9, состоящий в следующем: $\overline{E}$ оценивают по интервалу, соответствующему половине зафиксированных значений m_i; σ_E оценивают по количеству интервалов, занятых зафиксированными значениями, поделенному на ширину интервала. В табл. 9 показано определение параметров $\overline{E} = 14$ *дб* и $\sigma_E = 3$ *дб*. Такая оценка обеспечивает абсолютную погрешность для $\overline{E}$ не более 2 *дб*, для σ_E не более 1 *дб*, что для практических целей вполне приемлемо.

Подобные измерения могут выполняться в порядке предпроектных изысканий при проектировании систем радиосвязи или для накопления и обобщения статистического материала. В обоих случаях необходимо производить многократные повторения измерений для выявления интервалов времени, когда значения уровней помех наибольшие, т. е. для определения изменчивости их параметров.

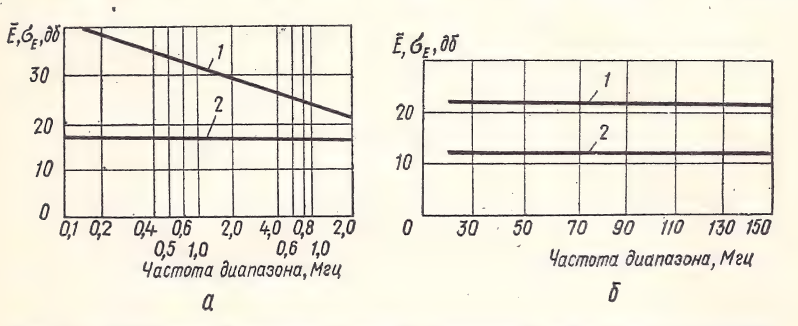


Рис. 32. Обобщенный прогноз уровней суммарных радиопомех, наблюдаемых на улицах крупных городов с различным числом жителей:

$\overline{E}$(*1*) и σ_E(*2*) — соответственно средние значения напряженности поля и среднеквадратические отклонения, измеренные на улицах городов с числом жителей $2 \cdot 10^6$, в децибелах относительно 1 *мкв/м*. Для определения $\overline{E}$ в каждом конкретном случае следует вносить поправки ΔE для перекрестков центральных улиц +10 *дб*; для улиц с интенсивным движением +5 *дб*; для улиц с умеренным движением —5 *дб*; для окраин города—10 *дб*. Для городов с другим числом жителей (в пределах от 6 млн. до 200 тыс.) следует полученные значения $\overline{E}$ изменять на 2,2 *дб*, а σ_E — на 1 *дб* на каждый миллион жителей. *а* — прогноз для диапазона частот 0,1 ÷ 20 *Мгц* (измерения выполнены в полосе 10 *кгц*); *б* — прогноз для диапазона частот 20 ÷ 150 *Мгц* (измерения выполнены в полосе 100 *кгц*).

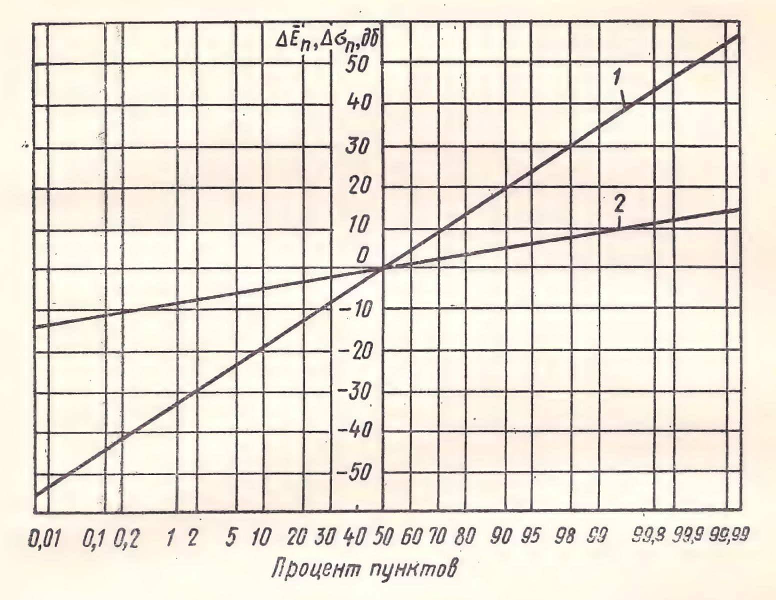
На рис. 32 приведен обобщенный прогноз уровней суммарных помех на улицах городов с различным числом жителей в диапазоне частот 0,1—20 (*а*) и 20—150 *Мгц* (*б*). Прогноз разработан на основе исследований, проводимых в течение пяти лет с учетом аналогичных работ, выполненных в СССР и за рубежом [1, 9, 32]. Условия, для которых выполнен прогноз, следующие: напряженность поля измерялась типовыми измерителями помех с квазипиковым детектором и полосой пропускания 10 *кгц* (до 20 *Мгц*) и 100 *кгц* (выше 20 *Мгц*) на высоте 1,75 *м* от земли, методика измерений и статистической обработки результатов изложены выше; измерениями охвачены города с числом жителей от 200 до 6000 тысяч; построение аппроксимирующих прямых позволяет оценить уровни помех с погрешностью порядка 6 *дб*; поправки в зависимости от производственной активности определены методами математической статистики [29].

На рис. 33 приведены прогнозы изменений напряженности поля радиопомех на улицах города в зависимости от процента пунктов (*а*) и процента суток (*б*) для различных частот диапазона.

По мере накопления статистических данных эти прогнозы будут пересматриваться и уточняться. Использование прогнозов для расчета радиосистем будет проиллюстрировано примерами.

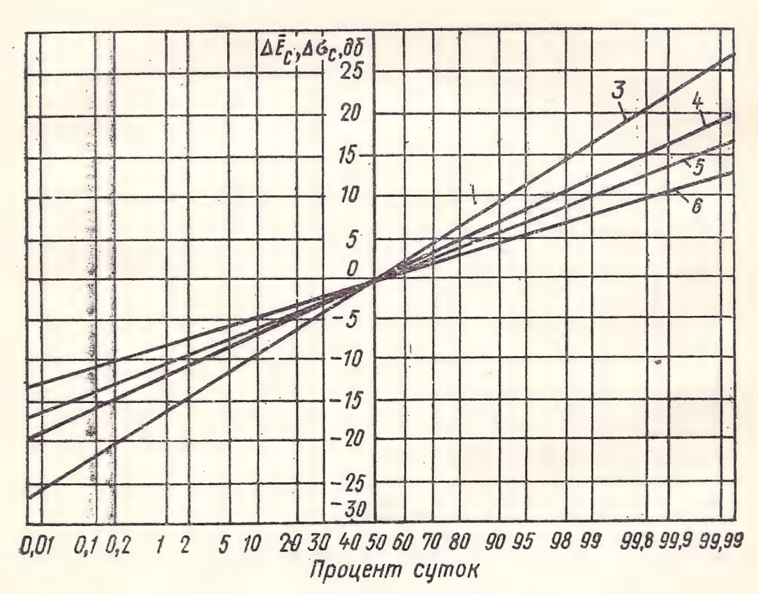
Рис. 33. Прогнозы изменения напряженности поля радиопомех на улицах города в зависимости от процента пунктов (*а*) и процента суток (*б*):

1 — $\Delta E_п$; *2* — $\Delta\sigma_п$; *3* — $\Delta E_с$ (0,1—30 *Мгц*); *4* — $\Delta E_с$ (30—80 *Мгц*); *5* — $\Delta E_с$ (80—150 *Мгц*); *6* — $\Delta\sigma_с$; $\Delta E_п$, $\Delta E_с$ и $\Delta\sigma_п$, $\Delta\sigma_с$ — изменения напряженности поля радиопомех и среднеквадратических отклонений в зависимости соответственно от процента пунктов и процента суток.



$\Delta\bar{E}_п, \Delta\sigma_п$, дб
50
40
30
20
10
0
−10
−20
−30
−40
−50
1
2
0,01 0,1 0,2 1 2 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 98 99 99,8 99,9 99,99
Процент пунктов

а



$\Delta\bar{E}_c, \Delta\sigma_c$, дб
25
20
15
10
5
0
−5
−10
−15
−20
−25
−30
3
4
5
6
0,01 0,1 0,2 1 2 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 98 99 99,8 99,9 99,99
Процент суток

б

3. МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

Качество функционирования систем радиосвязи оценивают тремя вероятностными показателями [14, 15]:

категорией обслуживания, которая характеризует степень надежности в течение короткого промежутка времени (этот промежуток принимают обычно равным одному часу, но он может меняться от нескольких минут до часа и более). Категория обслуживания может быть выражена, например, процентом неискаженных сообщений, достигаемой разборчивостью или процентом наблюдателей, давших положительную оценку качеству сообщений;

временем действия, которое характеризует процент часов (или других коротких промежутков времени, используемых при определении категории обслуживания) заданной или лучшей категории обслуживания. При этом необходимо рассматривать такой промежуток времени, чтобы учитывались все ожидаемые изменения факторов, определяющих категорию обслуживания, так что он может быть равен целому циклу солнечной активности, году, сезону, месяцу или определенным часам суток на протяжении определенного более длительного периода времени;

вероятностью обслуживания, которая определяется как вероятность обеспечения заданной или лучшей категории обслуживания в течение определенного времени действия. Этот показатель статистически учитывает неопределенности большого числа параметров, связанных с прогнозом характеристик системы.

Примеры, иллюстрирующие расчет перечисленных вероятностных показателей, приведены в работе [38].

В настоящее время еще нет универсального метода расчета для всех возможных условий работы систем радиосвязи, хотя различные частные методики в технической литературе опубликованы [2, 3, 15, 35].

Рассмотрим методику ориентировочного расчета линий УКВ радиосвязи с использованием номограмм, рассчитанных на основе формул, выведенных в работе [3], и вероятностных критериев качества. Методика позволяет охватить условия работы на равнинной местности, в крупных городах, в условиях рассредоточенных промышленных предприятий, а также дает возможность решить две основные задачи:

прогнозирование основных качественных показателей функционирующих или проектируемых систем УКВ радиосвязи;

выбор технических средств, позволяющих в определенных условиях реализовать заданные вероятностные показатели качества.

Порядок решения первой задачи следующий:

1. Определяют тип помех, преобладающий в пункте или в зоне приема в зависимости от местных условий и рабочей частоты (диапазона), по графику рис. 30 либо по табл. 8.

2. Рассчитывают характеристики радиопомех в пункте приема (если он известен) или в заданном проценте пунктов (если прием предполагается осуществлять в некоторой зоне) для заданного процента времени.

Напряженность поля радиопомех желательно определять путем непосредственных измерений по описанной выше методике. Если измерения выполнить затруднительно, следует воспользоваться прогнозом рис. 32. Напряженность поля радиопомех в пункте приема, наблюдаемая в течение процента времени, равного t, определяют по формуле, *дб*,

$$\overline{E}_t = \overline{E}_{50} + \Delta\overline{E}_t + 10\lg \Pi_{\text{пр}} - 10\lg \Pi_{\text{изм}}, \tag{42}$$

где $\overline{E}_{50}$ — напряженность поля, наблюдаемая в течение 50% времени в пункте приема (с учетом поправок на число жителей и конкретный район — рис. 33, *а*), *дб*; $\Delta\overline{E}_t$ — отклонения напряженности поля в течение заданного процента вре-

мени (t — рис. 33, *б*), *дб*; $П_{пр}$ — полоса пропускания заданной приемной системы, *гц*; $П_{изм}$ — полоса пропускания, в которой измерен уровень помех, *гц*.

Напряженность поля радиопомех, наблюдаемая в проценте пунктов, равном n, в течение 50% времени, определяют по формуле, *дб*,

$$\overline{E}_n = \overline{E}_{50} + \Delta\overline{E}_n + 10\lg П_{пр} - 10\lg П_{изм}, \qquad (43)$$

а для любого процента времени t — по формуле, *дб*,

$$\overline{E}_{t,\,n} = \overline{E}_{50,50} + \Delta\overline{E}_t + \Delta\overline{E}_n + 10\lg П_{пр} - 10\lg П_{изм}, \qquad (44)$$

где $\Delta\overline{E}_n$ — отклонения напряженности поля от среднего значения в заданном проценте пунктов (по рис. 33, *а*), *дб*.

3. Определяют напряженность поля радиопомех с учетом внутренних шумов приемного устройства, пересчитанных к точке приема, по формуле, *дб*,

$$E_{пом} = 10\lg\left[\overline{E}^2 + \frac{G_н^2\,(\alpha l)^2_{пр}}{(S/N_{пр})^2_{вх.\,н}\,h^2_{д.пр}}\right], \qquad (45)$$

где $\overline{E}$ — напряженность поля помех, соответствующая $\overline{E}_t$, $\overline{E}_n$ или $\overline{E}_{t,n}$ и определяемая по формулам (42)—(44) в зависимости от поставленной задачи, *мкв/м*;

Таблица 10

Электрические характеристики радиочастотных коаксиальных кабелей

Марка кабеля	Волновое сопротивление, $Z_в$, *ом*	Затухание α, *дб/м*, на частотах, *Мгц*					
		66	400	1500	1650	2000	3000
РК-50-2-11 (РК-119)	50	—	—	0,75	0,85	0,97	1,35
РК-50-2-13 (РК-19)	50	—	—	0,85	0,90	1,03	1,4
РК-50-3-11 (РК-159)	50	—	—	0,77	0,83	0,95	1,3
РК-50-7-11 (РК-147)	50	—	—	0,49	0,51	0,56	0,7
РК-50-7-15 (РК-47)	50	—	—	0,50	0,52	0,56	0,7
РК-50-11-11 (РК-148)	50	—	—	0,32	0,34	0,38	0,5
РК-50-11-13 (РК-48)	50	—	—	0,35	0,37	0,40	0,52
РК-75-4-11 (РК-101)	75	0,08	0,3	0,58	0,62	0,72	1,0
РК-75-4-15 (РК-1)	75	0,08	0,28	0,58	0,62	0,72	1,0
РК-75-7-11	75	0,05	0,18	0,47	0,52	0,65	1,0
РК-75-7-12	75	0,05	0,19	0,50	0,55	0,66	1,0
РК-100-7-11 (РК-102)	100	—	—	0,21	0,25	0,33	0,5
РК-100-7-3 (РК-2)	100	—	—	0,37	0,41	0,45	0,6
РК-5/18	70	—	—	0,067	0,085	0,12	0,224
РКД-2-7/28	75	—	—	0,047	0,052	0,162	0,099
РКД-2-9/33	70	—	—	0,039	0,043	0,052	0,079
РК-75-3-11 (РК-67)	75	0,095	0,34	—	—	—	—
РК-75-4-12 (РК-149)	75	0,1	0,3	—	—	—	—
РК-75-4-16 (РК-49)	75	0,1	0,31	—	—	—	—
РК-75-4-17 (РК-66)	75	0,065	0,24	—	—	—	—
РК-75-7-12 (РК-120)	75	0,06	0,18	—	—	—	—
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	75	0,07	0,27	—	—	—	—
РК-75-7-21 (РКТФ-3)	75	0,045	0,15	—	—	—	—
РК-75-17-11 (РК-5)	18/75	0,014	0,043	—	—	—	—
РК-75-4-22 (РКТФ-49)	75	0,08	0,27	—	—	—	—
РК-75-7-16 (РК-20)	75	0,05	0,19	—	—	—	—
РК-75-7-17 (РК-77)	75	0,05	0,18	—	—	—	—
РК-75-7-18	75	0,03	0,14	—	—	—	—
РК-75-7-22 (РКТФ-20)	75	0,053	0,18	—	—	—	—
РК-75-9-12 (РК-3)	75	0,043	0,15	—	—	—	—
РК-75-9-13 (РК-103)	75	0,038	0,14	—	—	—	—
РК-75-13-11	75	0,028	0,09	—	—	—	—
РК-75-13-12	75	0,02	0,06	—	—	—	—
РК-75-17-12 (РК-108)	75	0,028	0,07	—	—	—	—

$G_н$ — номинальная чувствительность приемника, *мкв*; $(\alpha l)_{пр}$ — затухание в антенном тракте приемника (табл. 10); $(S/N_{пр})_{вх.\,н}$ — номинальное отношение сигнал/шум на входе приемника, при котором задана его чувствительность, причем при индексе модуляции не более 2

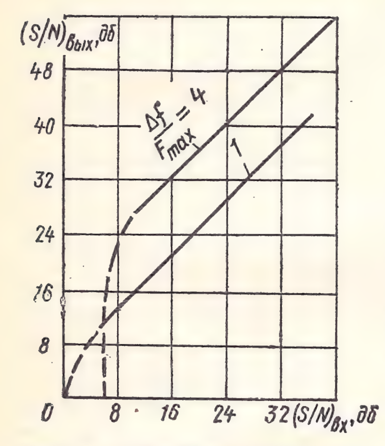


Рис. 34. Расчетные кривые отношения пиковых значений сигнала к флуктуационной помехе.

$$(S/N_{пр})_{вх\ ЧМ} = \frac{(S/N_{пр})_{вых} F_{max}}{\Delta f \sqrt{3}} \qquad (46)$$

(если $(S/N_{пр})_{вх\ ЧМ}$ получается меньше 6 *дб*, то надо принять 6 *дб*, что связано с необходимостью учета порога исправляющей способности), для значений 1 и 4 надо воспользоваться графиком рис. 34; $(S/N_{пр})_{вых}$ — отношение сигнал/шум на выходе приемника (определяется типом аппаратуры); F_{max} — максимальная частота модуляции, *кгц*; Δf — девиация частоты, *кгц*; при амплитудной модуляции справедливо равенство

$$(S/N_{пр})_{вх} = (S/N_{пр})_{вых}; \qquad (47)$$

$h_д$ — действующая высота приемной антенны (табл. 11), *м*.

4. Определяют коэффициент защиты R, необходимый для достижения заданной категории обслуживания, по табл. 12.

5. Определяют величину требуемой для обеспечения заданной категории обслуживания напряженности поля сигнала по формуле, *дб*,

$$E_{t\ тр} = E_{ном} + R. \qquad (48)$$

Таблица 11

Электрические параметры антенн

Тип антенны	Коэффициент направленного действия $Д'$	Коэффициент усиления $Д$	Действующая высота приемной антенны $h_д$, *м*
	Относительно полуволнового вибратора		
Полуволновый вибратор	1,64/2,1	1,00/0	$\frac{\lambda}{\pi}$
Волновый вибратор	2,40/4,0	1,46/1,64	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{3}$
Четвертьволновый штырь с противовесом типа «Зонтик»	1,64/2,1	1,00/0	$\frac{\lambda}{\pi}$
Четвертьволновый штырь на идеально проводящей земле	3,28/4,6	2,00/3,00	$\frac{\lambda}{2\pi}$
Полуволновый шунтовой вибратор	1,64/2,1	1,00/0	$\frac{2\lambda}{\pi}$

Продолжение табл. 11

Тип антенны	Коэффициент направленного действия $Д'$ (относительно полуволнового вибратора)	Коэффициент усиления $Д$ (относительно полуволнового вибратора)	Действующая высота приемной антенны $h_Д$, *м*
Семиэлементная антенна типа «Волновой канал»	10,3/10,15	6,30/8,90	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{\varepsilon}$
Четырехэтажная антенна из волновых вибраторов типа «Алтай»	8,76/9,6	5,35/7,30	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{\varepsilon}$
То же, двухэтажная	3,78/6,0	2,20/3,60	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{\varepsilon}$

Примечания: 1. В числителе приведены значения в относительных единицах, в знаменателе — в децибелах. 2. Значение коэффициента усиления ε, входящего в формулу для определения действующей высоты приемной антенны, принимается по настоящей таблице в относительных единицах, а длина волны — в метрах.

Таблица 12

Требуемые отношения сигнал/помеха
(эти значения для стабильных условий приема основываются на Док. 138, Вашингтон, 1950, Док. 112, Женева, 1951 и Док. 11, Гаага, 1952)

Класс излучения	Ширина полосы звуковых частот приемника, *кгц*	Отношение сигнал/помеха по низкой частоте, *дб*	Ширина полосы приемника, *кгц*	Отношение[1] пикового сигнала к помехе в полосе 6 *кгц*
Телеграфия А1:				
8 *бод*, низкое качество	1,5	—4	3	—7
24 *бод*	1,5	11	3	8
120 *бод*, пишущий прием	0,6	10	0,6	0
50 *бод*, буквопечатающий прием	0,25	16	0,25	2
Телеграфия А2:				
8 *бод*, низкое качество	1,5	—4	3	—3[2]
24 *бод*	1,5	11	3	12[2]
Телеграфия с частотной манипуляцией F1:				
120 *бод*, пишущий прием	0,25	4	1,5	2
50 *бод*, буквопечатающий прием	0,10	10	1,5	—2

[1] Измеряются как отношение эффективного значения сигнала, соответствующего пиковой выходной мощности передатчика, к эффективному значению помехи в полосе 6 *кгц* при стабильных условиях.
[2] С манипуляцией несущей частоты. Используется гетеродин.

Продолжение табл. 12

Класс излучения	Ширина полосы звуковых частот приемника, *кгц*	Отношение сигнал/помеха по низкой частоте, *дб*	Ширина полосы приемника, *кгц*	Отношение пикового сигнала к помехе в полосе 6 *кгц*
Телефония F3 [1]	3	—	$2M+2DK$, где M — ширина полосы звуковых частот, *кгц*; D — девиация частоты, *кгц*; $K = 1 \div 3$	Ниже на $(4{,}77+ +20 \lg D/M)$ *дб*, чем отношение, необходимое для двухполосной телефонии
Фототелеграфия F4 (однополосное излучение с частотной модуляцией поднесущей)	3	15	3	12
Телеграфия по системе Хелла (с частотной манипуляцией)	1,5	6	3	3
Телефония:				
двухполосная, минимально приемлемое качество, связь между операторами[2]	3[3]	6	6	18
двухполосная, приемлемое коммерческое качество[4]	3[3]	15	6	27
двухполосная, хорошее коммерческое качество[4]	3[3]	33	6	35[5]
одна боковая полоса и независимая боковая полоса, минимально приемлемое качество, связь между операторами (1 канал)	3[3]	6	3	9
приемлемое коммерческое качество[4]:				
1 канал	3[3]	15	3	18[5]
4 канала	3[3]	15	3[6]	20[5,7]
хорошее коммерческое качество[4]:				
1 канал	3[3]	33	3	26[5]
4 канала	3[3]	33	3[6]	28[5,7]

[1] Статьей 466 Регламента радиосвязи, Женева, 1959, запрещается использование излучений F3 для фиксированных служб в полосах ниже 30 *Мгц*.

[2] Для 90% разборчивости несвязанных слов.

[3] Для телефонии цифры в этой графе указывают отношение уровня сигнала звуковой частоты, измеренного стандартным измерителем громкости, к эффективной помехе при ширине полосы 3 *кгц* (соответствующая пиковая мощность сигнала, т. е. мощность при 100%-ной модуляции передатчика звуковой частотой, предполагается на 6 *дб* выше).

[4] При включении в сеть общего пользования.

[5] Предполагается улучшение на 10 *дб* благодаря использованию подавителей шумов.

[6] На канал.

[7] Принимается номинальный допуск для нагрузки четырех каналов. Если используется регулятор нагрузки усилителя, допуск будет изменяться в зависимости от числа говорящих.

6. Определяют эффективно излучаемую передатчиком мощность по одной из формул, *дб*:

$$P_{эф} = \frac{P_{н}}{\beta_{э.\,пер}}; \tag{49}$$

$$P_{эф} = P_{н} - \beta_{э.\,пер}, \tag{50}$$

где $P_{н}$ — номинальная мощность передатчика, *вт* или *дб*; $\beta_{э.\,пер}$ — коэффициент, учитывающий затухания в антенно-фидерном тракте, и коэффициент усиления передающей антенны, отн. ед. или *дб*, причем:

$$\beta_{э.\,пер} = \frac{\beta_{ф}\beta_{н}(\alpha l)_{пер}}{\sigma_{пер}}; \tag{51}$$

$$\beta_{э.\,пер} = \beta_{ф} + \beta_{н} + (\alpha l)_{пер} - \sigma_{пер}, \tag{52}$$

$\beta_{ф}$ — затухание в фильтрах и разделителях (определяется данными аппаратуры), отн. ед. или *дб*; $\beta_{н}$ — затухание в неоднородностях антенно-фидерного тракта передачи (если не задано — выбирают $\beta_{н} \approx 1$ *дб*), отн. ед. или *дб*; $(\alpha l)_{пер}$ — затухание в фидере передающей антенны (определяют по табл. 10), отн. ед. или *дб*; $\sigma_{пер}$ — неравномерность диаграммы направленности передающей антенны в горизонтальной плоскости (задается характеристиками антенны или выбирается порядка ± 3 *дб*), отн. ед. или *дб*.

7. Определяют напряженность поля сигнала, создаваемую передающей системой в пункте приема или на границе заданной зоны обслуживания*.

В зависимости от условий приема пользуются номограммами рис. 35, *а*, позволяющими определить напряженность поля на поперечных (перпендикулярных к линии, соединяющей пункты приема и передачи) улицах города, а также на площадях, открытой местности и крышах зданий, или номограммами рис. 35, *б*, позволяющими определить напряженность поля на радиальных (совпадающих по направлению с линией, соединяющей пункты приема и передачи) улицах города.

Номограмма рис. 35, *а* состоит из четырех сопряженных между собой семейств, характеристик и графика для определения поправки на пространственные замирания сигнала. В первом квадранте по оси абсцисс отложены значения, *м*,

$$z = h_1 - h_2,$$

где h_1 — высота зданий, которыми застроена улица, *м*; h_2 — высота подъема приемной антенны над уровнем земли, *м*.

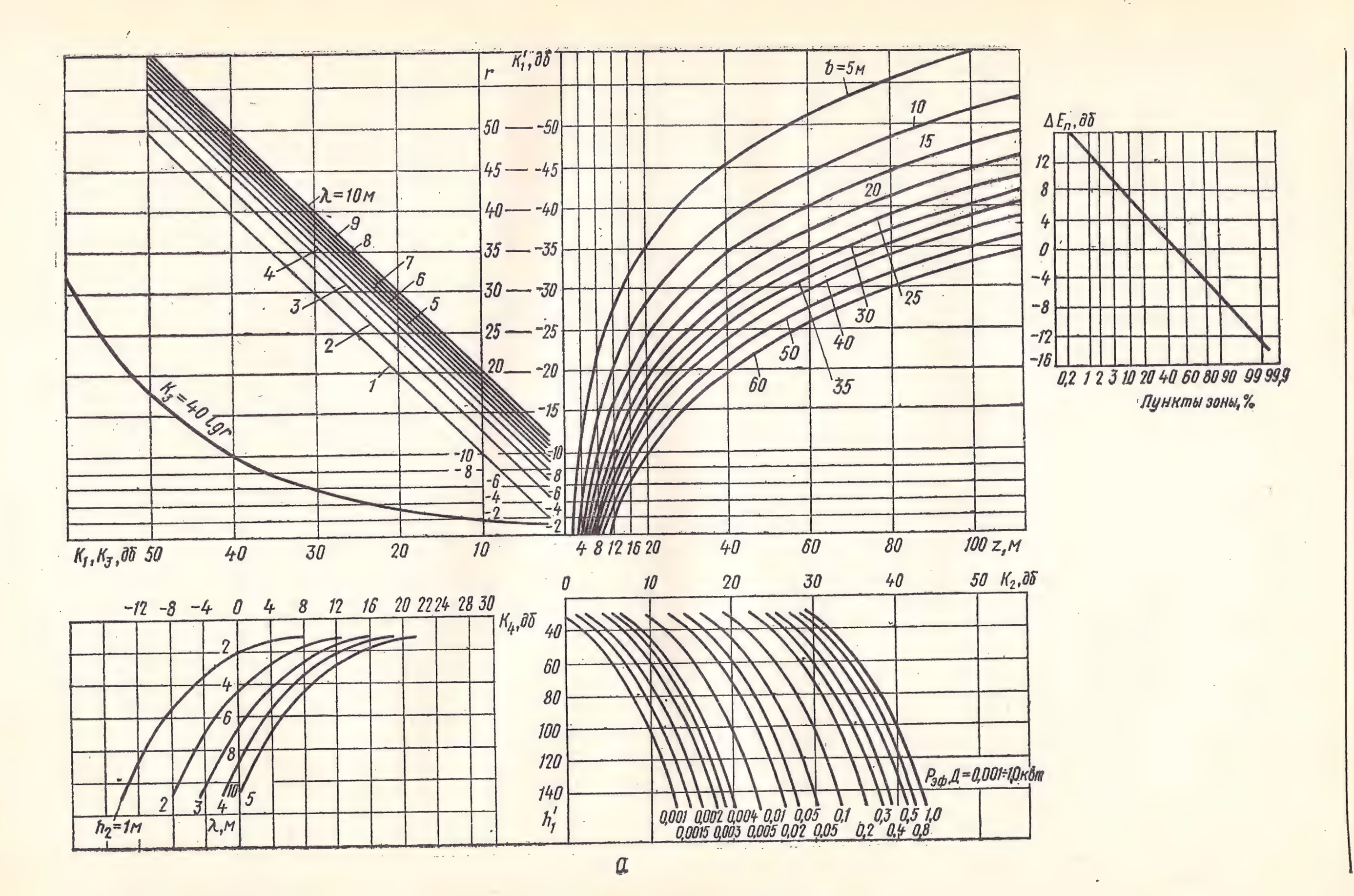
Параметром семейства кривых является величина b, *м*,— половина ширины улицы, на которой размещена приемная антенна, отсчитываемая между противоположными зданиями. При определении ширины улицы следует учесть, что формулы выведены для случая сплошной застройки, когда соседние здания примыкают друг к другу. Если между соседними зданиями имеются просветы, величину b следует увеличить в полтора-два раза в зависимости от величины просветов.

В первом квадранте по оси ординат отложены значения коэффициента K, учитывающего местные условия приема на поперечных улицах города, *дб*,

$$K_1' = 20\lg \frac{0{,}019F}{\sqrt{z}}, \tag{53}$$

где F — функция ослабления, определенная экспериментально в работе [3].

* Под зоной обслуживания подразумевают район, в пределах которого обеспечиваются заданные качественные показатели.


r
K_1', дб
λ=10м
9
8
7
6
5
4
3
2
1
K_3=40 lg r
b=5м
10
15
20
25
30
35
40
50
60
K_1, K_3, дб
z, м
$\Delta E_п$, дб
Пункты зоны, %
0,2 1 2 3 10 20 40 60 80 90 99 99,9
K_4, дб
h_2=1м
λ, м
K_2, дб
h_1'
$P_{эф}Д$=0,001÷1,0квт
0,001 0,002 0,004 0,01 0,05 0,1 0,3 0,5 1,0
0,0015 0,003 0,005 0,02 0,05 0,2 0,4 0,8

а

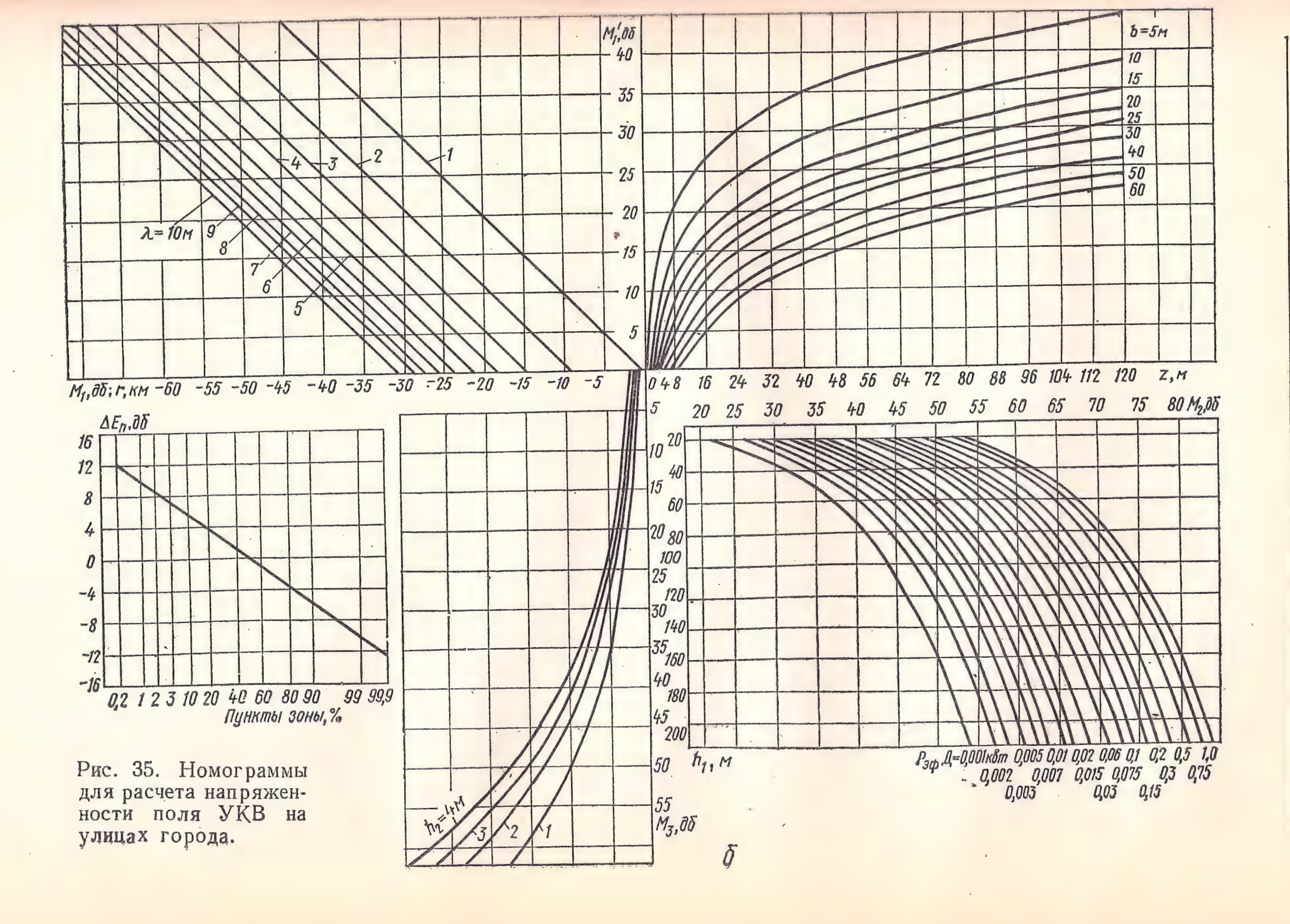


Рис. 35. Номограммы для расчета напряженности поля УКВ на улицах города.

Во втором квадранте по оси абсцисс отложены значения коэффициента K_1', учитывающие влияние длины λ, *м*, волны на коэффициент K_1:

$$K_1 = K_1' + 20\lg\sqrt{\lambda}, \quad (54)$$

а также значения коэффициента, учитывающие расстояние r, *км*, между пунктами приема и передачи, *дб*:

$$K_3 = 40\lg r. \quad (55)$$

В третьем квадранте приведено семейство кривых, показывающих зависимость коэффициента K_4 от длины λ волны и высоты h_2 приемной антенны над поверхностью земли или крышей здания.

В четвертом квадранте содержится семейство кривых зависимости между коэффициентом K_2, учитывающим характеристики передающей системы, и высотой передающей антенны, причем параметром семейства является произведение $P_{эф}Д$, *квт*, где $Д$ — коэффициент усиления передающей антенны (табл. 11), *дб*:

$$K_2 = 20\lg\left(h_1'\sqrt{P_{эф}Д}\right). \quad (56)$$

В формуле (56) h_1' — относительная высота передающей антенны, отсчитываемая по отношению к отметке местности пункта приема, *м*.

Квадрантами первым, вторым и четвертым пользуются для определения напряженности поля на улицах города, а вторым, третьим и четвертым для определения напряженности поля на открытых площадях и крышах зданий.

На рис. 35, *а* построен также график, который позволяет определить поправку ΔE_n, *дб*, учитывающую пространственные замирания сигнала в зависимости от заданного процента пунктов зоны. Напряженность поля, создаваемая передающей станцией в пункте приема, расположенном на поперечной улице города, *дб*,

$$E_{сиг.\,п} = K_1 + K_2 + K_3 + \Delta E_n + 60. \quad (57)$$

Напряженность поля, создаваемая на открытой площади или на крыше здания, *дб*,

$$E_{сиг.\,о} = K_2 + K_3 + K_4 + \Delta E_n + 60. \quad (58)$$

Номограмма рис. 35, *б* состоит из четырех сопряженных между собой семейств характеристик и графика для определения поправки на пространственные замирания сигнала. Семейства кривых, построенные в квадрантах первом, втором и четвертом, аналогичны соответствующим кривым рис. 35, *а*, а коэффициенты соответственно равны:

$$M_1' = 20\lg\frac{0{,}14b}{z}; \quad (59)$$

$$M_1 = M_1' + 20\lg\left(\frac{1}{\lambda^{3/2}}\right); \quad (60)$$

$$M_2 = 20\lg\left(5h_1^{3/2}\sqrt{P_{эф}Д}\right). \quad (61)$$

В третьем квадранте размещено семейство кривых, отражающих зависимость коэффициента M_3, отложенного по оси ординат, от расстояния r, отложенного на оси абсцисс (знак минус относится только к коэффициенту M_1, отложенному по той же оси), и высоты приемной антенны h_2, причем, *дб*,

$$M_3 = 20\lg\left(\frac{h_2}{r^{3/2}}\right). \quad (62)$$

На рис. 35, *б* построен также график, который позволяет определить поправку ΔE_n, *дб*, учитывающую пространственные замирания сигнала в зависимости от заданного процента пунктов зоны. Напряженность поля, создаваемая передающей станцией в пункте приема, расположенном на радиальной улице города, *дб*,

$$E_{\text{сиг. р}} = M_1 + M_2 + M_3 + \Delta E_n + 60. \tag{63}$$

8. Определяют качественные показатели системы связи:

а) категорию обслуживания находят с помощью табл. 11 по фактическому отношению сигнал/помеха, *дб*,

$$R_{\text{ф}} = E_{\text{сиг}} - E_{\text{пом}}; \tag{64}$$

б) время действия предполагалось заданным и учитывалось при нахождении отклонения уровня помех;

в) вероятность обслуживания находят, учитывая среднеквадратические отклонения всех величин, участвовавших в расчете.

Если время действия заранее не задано, то уровни помех определяют для 50% времени, а затем в нормально-вероятностном масштабе строят зависимость рассчитываемой величины (напряженности поля, мощности, отношения сигнал/помеха) от процента времени.

Порядок решения второй задачи следующий:

1—5. Эти этапы выполняют аналогично предыдущему расчету. Дальнейший расчет ведется для заданного пункта приема или (если прием предполагается осуществлять в определенной зоне) для наилучших (открытая местность) и наихудших (поперечные улицы) условий приема в зоне действия подвижного объекта.

6. В зависимости от условий приема уравнения (57), (60) и (63) преобразуют для определения коэффициента, содержащего характеристики технических средств:

$$K_{2\text{п}} = E_{\text{сиг. п}} - K_1 - K_3 - \Delta E_n - 60; \tag{65}$$

$$K_{2\text{о}} = E_{\text{сиг. о}} - K_3 - K_4 - \Delta E_n - 60; \tag{66}$$

$$M_{2\text{р}} = E_{\text{сиг. р}} - M_1 - M_3 - \Delta E_n - 60. \tag{67}$$

7. По коэффициенту $K_{2\text{п}}$, $K_{2\text{о}}$ или $M_{2\text{р}}$ и соответствующей номограмме рис. 35, *а* или рис. 35, *б* определяют $P_{\text{эф}}Д$ и h_1, варьируя эти значения так, чтобы получить наиболее удобные.

8. Определяют номинальную мощность передатчика по формуле, *дб*,

$$P_{\text{н}} = P_{\text{эф}} + \beta_{\text{э}}, \tag{68}$$

где $\beta_{\text{э}}$ — эквивалентное затухание антенно-фидерного тракта, *дб*.

Если необходимо определить расстояние, на котором заданная система обеспечит требуемые качественные показатели, то уравнения (57), (58) и (63) решают относительно коэффициентов, содержащих расстояние:

$$K_{3\text{п}} = E_{\text{сиг. п}} - K_1 - K_2 - \Delta E_n - 60; \tag{69}$$

$$K_{3\text{о}} = E_{\text{сиг. о}} - K_2 - K_4 - \Delta E_n - 60; \tag{70}$$

$$M_{3\text{р}} = E_{\text{сиг. р}} - M_1 - M_2 - \Delta E_n - 60. \tag{71}$$

Существенное значение имеет размещение центральной станции, в частности высота подвеса передающей антенны, которую целесообразно увеличивать сверх 150 *м* лишь в том случае, когда длина фидера остается неизменной (радиостанция размещается недалеко от антенны) (рис. 36). Это объясняется увеличением затухания фидера (αl) с увеличением его длины [2].

При эксплуатации систем радиосвязи важное значение имеет правильная организация их работы.

На рис. 37 представлены результаты расчета вероятности $P(1)$ установления связи с первой попытки в зависимости от числа абонентских радиостанций в коммутируемой (*а*) и некоммутируемой (*б*) системах УКВ радиосвязи. По графикам можно определить: допустимое количество включаемых в радиосеть абонентских точек для заданных значений вероятности установления связи с первой попытки $P(1)$, среднего времени занятия T и средней интенсивности вызовов λ_1; вероятность установления связи $P(1)$ в зависимости от числа абонентов в сети n, величины T и λ_1; допустимую среднюю длительность занятия в зависимости от величины $P(1)$, n и λ_1. В графике рис. 37, *а* учтено также количество m работников, пользующихся одним телефоном (прил. 1).

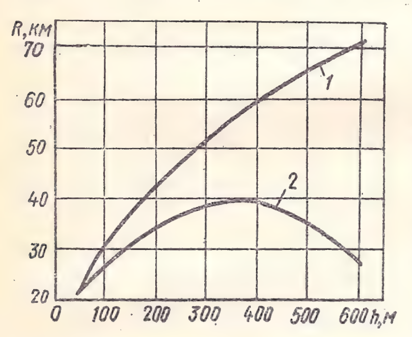


Рис. 36. Примерный график зависимости дальности R связи от высоты h антенны при разной длине фидера:

1 — длина фидера 50 *м*; *2* — длина фидера равна высоте подвеса антенны.

Рассмотрим примеры ориентировочного расчета систем низовой УКВ радиосвязи.

Пример 1. *Рассчитать качественные показатели (категорию для любого времени действия и вероятность обслуживания), обеспечиваемые радиотелефонной системой «Алтай» на улицах города (с числом жителей 1 млн.), застроенного пятиэтажными зданиями (застройка несплошная) в зоне радиусом 10 км.*

Исходные данные:

частота приема абонентской станции (АС) 174 *Мгц*;

номинальная чувствительность приемника АС при соотношении сигнал/шум на выходе 20 *дб* $G_н = 1{,}5$ *мкв*;

модуляция — частотная с девиацией частоты $\Delta f = 5$ *кгц*;

полоса частот телефонного канала 0,3—3,4 *кгц*;

антенна АС — несимметричный четвертьволновый штырь над идеально проводящей землей;

антенна центральной станции (ЦС) — типа «Алтай»;

общее затухание элементов антенно-фидерных устройств ЦС «Алтай» (по паспортным данным) $\beta_ф = 9{,}7$ *дб*;

выходная номинальная мощность передатчика ЦС $P_н = 30$ *вт* $= 14{,}8$ *дб*;

высота антенны ЦС над нулевой отметкой местности $h_{01} = 210$ *м*;

средняя отметка местности на границе заданной зоны $h_{02} = 140$ *м*;

высота приемной антенны над уровнем земли $h_2 = 2$ *м*;

ширина полосы пропускания приемника $П_{пр} = 25$ *кгц*;

длина фидера приемной антенны (РК-75-7-11) $l_{ф.\,пр} = 4$ *м*;

длина фидера передающей антенны (РК-75-7-11) $l_{ф.\,пер} = 50$ *м*;

средняя высота зданий $h_1 = 20$ *м*;

средняя ширина улиц $2b = 30$ *м*.

Расчет:

1. По графикам рис. 30 определяют, что преобладающими на указанной частоте являются индустриальные помехи.

2. По формуле (44) рассчитывают напряженность поля суммарных радиопомех, наблюдаемых в течение, например, 90% времени (так как время действия не задано) в 70% пунктов на границе зоны обслуживания:

$$\bar{E}_{90,70} = \bar{E}_{50,50} + \Delta\bar{E}_{90} + \Delta\bar{E}_{70} + 10 \lg П_{пр} - 10 \lg П_{изм},$$

где $\overline{E}_{50,50}$ определяют по рис. 32, *б* для частоты 174 *Мгц* (эта величина составит 22,5 *дб*. Если учесть поправку — 2,2 *дб* на число жителей (1 млн.) и поправку — 10 *дб* на то, что граница зоны действия радиусом 10 *км* проходит, в основном, по окраинным улицам, то $\overline{E}_{50,50} = 22{,}5 - 2{,}2 - 10 = 10{,}3$ *дб*.

Находят: $\Delta\overline{E}_{90} = 5{,}8$ *дб* (по графику рис. 32, *а*) и $\Delta\overline{E}_{70} = 7$ *дб* (по графику рис. 32, *б*); $10\lg\Pi_{пр} = 10\lg 25\,000 = 44$ *дб*; $10\lg\Pi_{изм} = 10\lg 100\,000 = 50$ *дб*.

Следовательно, $\overline{E}_{90,70} = 10{,}3 + 5{,}8 + 7 + 44 - 50 = 17{,}1$ *дб*, что соответствует 7,1 *мкв/м*.

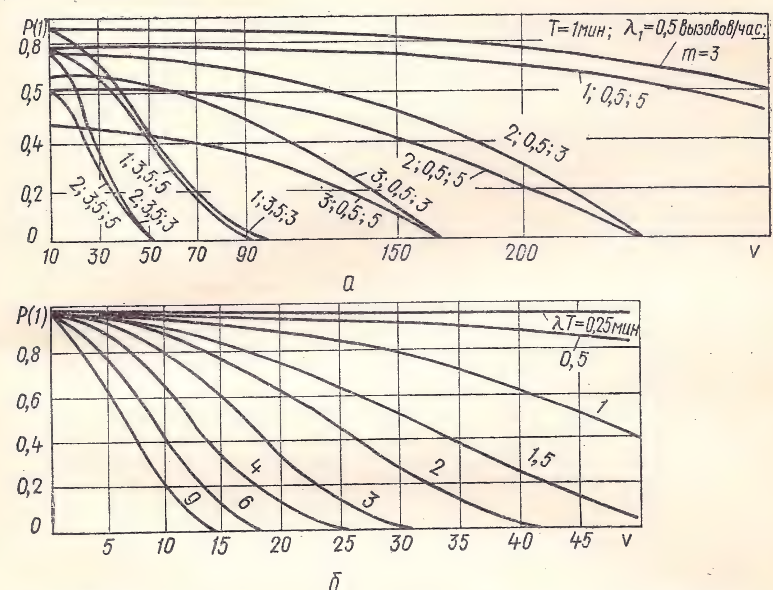


Рис. 37. Графики зависимости величины $P(1)$ в системе «Алтай» от числа v включений в нее абонентских станций.

3. По формуле (45) определяют пересчитанную к точке приема суммарную величину помех с учетом внутренних шумов. Для этого находят: $(\alpha l)_{пр} = 1{,}086$ раза (для $l = 4$ *м*; $\alpha = 0{,}18$ *дб/м*) — по табл. 10; $h_{д.\,пр} = 0{,}274$ *м* — по табл. 11; $(S/N_{пр})_{вх\ ЧМ} = \frac{10 \cdot 3{,}4}{5\sqrt{3}} = 3{,}94$ — по формуле (46). Следовательно,

$$E_{пом} = 10\lg\left[7{,}1^2 + \frac{1{,}5^2 \cdot 1{,}086^2}{3{,}94^2 \cdot 0{,}274^2}\right] = 17{,}2\ дб.$$

Полученный результат свидетельствует о том, что собственными шумами в данном случае можно пренебречь (если они в 10 и более раз превышаются уровнем внешних помех).

4. По формуле (50) с учетом соотношения (52) определяют эффективно излучаемую мощность ЦС:

$$P_{эф}Д = 14{,}8 - 9{,}4 = 5{,}4\ дб,$$

где $\beta_н = 1{,}0$ *дб* (принимается ориентировочно); $(\alpha l)_{пер} = 9$ *дб* ($l_{ф.пер} = 50$ *м*; $\alpha = 0{,}18$ *дб/м*) — по табл. 10; $\sigma_{пер} = 3$ *дб* (принимается ориентировочно).

5. Определяют напряженность поля, создаваемую ЦС в наиболее характерных пунктах приема на границе зоны обслуживания.

Для приема на **открытых площадях** используют уравнение (58), коэффициенты которого определяют по номограмме рис. 35, *а*: K_2 находят по семейству кривых четвертого квадранта: для $P_{эф}Д = 0{,}0035$ *квт* и приведенной высоты передающей антенны $h'_1 = h_{01} - h_{02} - h_1 = 210 - 140 - 20 = 50$ *м*, интерполируя между кривыми 0,003 и 0,004, определяют $K_2 = 11$ *дб*; K_3 находят по графику, расположенному во втором квадранте, для радиуса зоны действия $r = 10$ *км*: $K_3 = -40$ *дб*; K_4 находят по семейству кривых третьего квадранта для $\lambda = 1{,}72$ *м* и $h_2 = 2$ *м*; $K_4 = 7$ *дб*; $\Delta\overline{E}_{70}$ находят по графику в правом углу рис. 35, *а* (для 70% пунктов на границе зоны): $\Delta\overline{E}_{70} = -3$ *дб*.

Подставляя найденные коэффициенты в уравнение (58), получаем: $E_{сиг.\ о} = 11 - 40 + 7 - 3 + 60 = 35$ *дб*.

Для приема на **радиальных улицах** используют уравнение [63], коэффициенты которого определяют по номограмме рис. 35, *б*: M'_1 находят по семейству кривых первого квадранта: для $z = h_1 - h_2 = 18$ *м* и $b = 22{,}5$ *м* (с учетом несплошной застройки улиц величина b увеличена в 1,5 раза), интерполируя между кривыми 20 и 25, определяют $M'_1 = -14$ *дб*. Проектируя эту величину через прямую для $\lambda = 1{,}72$ *м* (интерполируя между $\lambda = 1$ и $\lambda = 2$) на ось абсцисс второго квадранта, находят $M_1 = -20$ *дб*; M_2 определяют по семейству кривых четвертого квадранта для $P_{эф}Д = 0{,}0035$ *квт* (интерполируя между кривыми 0,003 и 0,005) и $h_1 = 50$ *м*: $M_2 = 40$ *дб*; M_3 определяют по кривой третьего квадранта для радиуса зоны действия $r = 10$ *км* и высоты приемной антенны $h_2 = 2$ *м* : $M_3 = -44$ *дб*; $\Delta\overline{E}_{70} = -2$ *дб* (по графику в левом углу рис. 35, *б* для 70% пунктов на границе зоны действия). Подставляя найденные коэффициенты в уравнение (58), получают: $E_{сиг.\ р} = -20 + 40 - 44 - 2 + 60 = 34$ *дб*.

Для приема на **поперечных улицах** используют уравнение (57), коэффициенты которого определяют по номограмме рис. 35, *а*: $K'_1 = -18$ *дб* (для $z = 18$ *м*; $b = 22{,}5$ *м* — по кривым первого квадранта), $K_1 = -16$ *дб* (для $\lambda = 1{,}78$ *м* — по семейству кривых второго квадранта); $K_2 = 11$ *дб* (для $P_{эф}Д = 0{,}0035$ *квт*; $h_1 = 50$ *м* — по кривым четвертого квадранта); $K_3 = -40$ *дб* (для $r = 10$ *км* — по кривой второго квадранта); $\Delta\overline{E}_{70} = -3$ *дб* (для 70% пунктов зоны — по графику в правом углу рис. 35, *а*).

Подставляя найденные коэффициенты в уравнение (57), получают: $E_{сиг.\ п} = -16 + 11 - 40 - 3 + 60 = 12$ *дб*.

6. Определяют расчетные значения отношения сигнал/помеха:

для открытых площадей

$$R_о = E_{сиг.\ о} - \overline{E}_{90,70} = 35 - 17{,}2 = 17{,}8\ дб;$$

для радиальных улиц

$$R_р = E_{сиг.\ р} - \overline{E}_{90,70} = 34 - 17{,}2 = 16{,}8\ дб;$$

для поперечных улиц

$$R_п = E_{сиг.\ п} - \overline{E}_{90,70} = 12 - 17{,}2 = -5{,}2\ дб.$$

7. Определяют категорию обслуживания, обеспечиваемую ЦС на границе зоны обслуживания для 70% пунктов и произвольно выбранного времени действия 90%. В табл. 12 приведены рекомендуемые МККР отношения сигнал/помеха для различных систем радиосвязи. Пользуясь табл. 12, составим табл. 13 качественных показателей системы связи с частотной модуляцией.

Таблица 13

Отношение сигнал/помеха на входе ЧМ приемника в зависимости от категории обслуживания

Категория обслуживания	Отношение пикового значения сигнала к помехе на входе ЧМ системы с полосой 25 *кгц*
Для 90% разборчивости слов несвязанного текста (связь между операторами)	$R_{min} = 2{,}79$ *дб*
При включении в сеть общего пользования (приемлемое коммерческое качество)	$R_{min} = 11{,}79$ *дб*

Примечание. Пересчет требуемых отношений сигнал/помеха ($R_{ЧМ}$) выполнен в соответствии с табл. 12 по формуле, *дб*,

$$R_{ЧМ} = R_{АМ} - (4{,}77 + 20 \lg D/M) - 10 \lg П_{ЧМ} + 38,$$

где $R_{АМ}$ — отношение сигнал/помеха для двухполосной телефонии (табл. 12); D — девиация частоты, *гц*; M — ширина полосы звуковых частот, *гц*; $П_{ЧМ}$ — ширина полосы пропускания приемника ЧМ системы, *гц*; величина 38 *дб* соответствует ширине полосы, к которой отнесены помехи в табл. 12.

Для открытых площадей $R_о \geqslant R_{min}$ $(17{,}8 \geqslant 11{,}79)$ — категория обслуживания более 90% разборчивости; для радиальных улиц $R_р \geqslant R_{min}$ $(16{,}8 \geqslant 11{,}79)$ — категория обслуживания более 90% разборчивости; для поперечных улиц $R_п = -5{,}2 < 2{,}79$ — категория обслуживания неудовлетворительная.

8. Ввиду того что на поперечных улицах на заданном расстоянии качество связи неудовлетворительно, определяют наибольшее расстояние, на котором будет обеспечена заданная категория обслуживания. Для этого находят уровень сигнала, который обеспечит в пункте приема требуемую категорию обслуживания 90% разборчивости при $R_{min} = 2{,}79$ *дб* (по табл. 13):

$$E'_{сиг.\,п} = \overline{E}_{90,70} + R_{min} = 17{,}2 + 2{,}79 = 19{,}99 \approx 20\ дб.$$

Из уравнения (69) определяют K_3 при условии $E_{сиг.\,п} = E_{сиг.\,п\,min} = 20$ *дб*:

$$K_3 = E'_{сиг.\,п} - K_1 - K_2 - \Delta E_п - 60 = 20 + 16 - 11 + 3 - 60 = -32\ дб,$$

а по номограмме рис. 35, *а* (второй квадрант) находят искомое расстояние: $r = 6{,}5$ *км*.

9. В условии задачи требуется определить категорию обслуживания для любого процента времени, поэтому построим график зависимости $R = \varphi(t)$, где t — время действия, %. Для построения графика составим табл. 14, в которой, *дб*,

$$R = E_{сиг} - \overline{E}_{пом}.$$

В первом приближении можно считать сигнал неизменным во времени, тогда R будет определяться только отклонениями уровня помех $\Delta\overline{E}_t$ в зависимости от процента времени, определяемыми по графику рис. 33, *б*, *дб*:

$$R_t = R_{50} - \Delta\overline{E}_t,$$

где *дб*, $R_{50} = E_{сиг} - \overline{E}_{50,70} = R_{90,70} + \Delta\overline{E}_{90}$.

Расчетные значения отношения сигнал/помеха в 70% пунктов приема, расположенных на границе зоны обслуживания радиусом *r*, *км*, для любого времени действия приведены на графиках рис. 38. Пунктирными линиями отмечены границы допустимого качества принимаемой информации.

Таблица 14

Определение отношения сигнал/помеха при любом проценте времени

t, %	Для открытых площадей	Для радиальных улиц	Для поперечных улиц
50	$R_{50о}$=23,6 *дб*	$R_{50р}$=22,6 *дб*	$R_{50п}$=14,59 *дб*
70	$R_{70о}$=21,1 *дб*	$R_{70р}$=20,1 *дб*	$R_{70п}$=12,09 *дб*
90	$R_{90о}$=17,8 *дб*	$R_{90р}$=16,8 *дб*	$R_{90п}$=8,79 *дб*
95	$R_{95о}$=16,6 *дб*	$R_{95р}$=15,6 *дб*	$R_{95п}$=7,59 *дб*

Примечание. Отношения сигнал/помеха даны для 70% пунктов приема на границе соответствующей зоны обслуживания.

10. Решение задачи, представленное на рис. 38, получено в условиях некоторой неопределенности, связанной с допущением постоянства сигнала во времени, приближенной оценкой уровня помех и параметров технической системы. В связи с этим результаты расчета следует рассматривать с учетом некоторой вероятности их реализации на практике — вероятности обслуживания.

Вероятность обслуживания определяется стандартными отклонениями величин, участвовавших в расчете: $\sigma_{сиг\ t}$, которая учитывает замирания в течение длительного времени (определяют по кривым Буллингтона рис. 39: $\sigma_{сиг50} = 0$; $\sigma_{сиг90} = 1{,}5$ *дб*; $\sigma_{сиг99} = 5{,}5$ *дб*); $\Delta\sigma_t$, которая учитывает

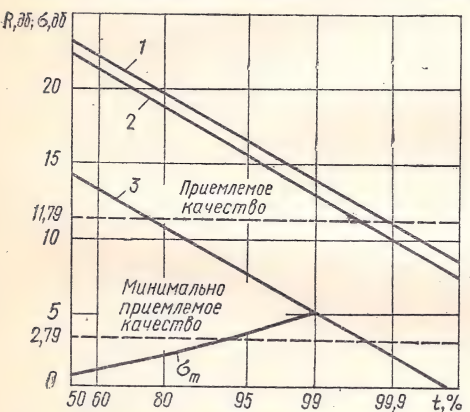


Рис. 38. Расчетные значения отношения сигнал/помеха в 70% пунктов приема, расположенных на границе зоны обслуживания радиусом *r* для любого времени действия:

1 — для приема на открытых площадках (r = 10 *км*); *2* — для приема на радиальных улицах (r = 10 *км*); *3* — для приема на поперечных улицах (r = 5 *км*).

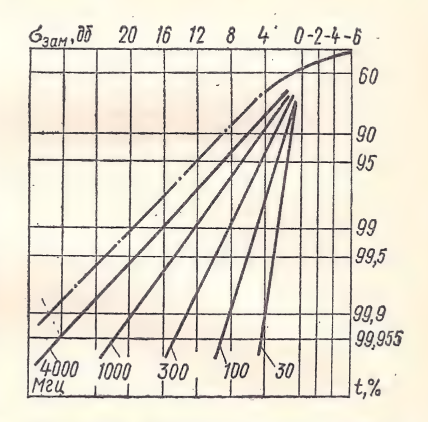


Рис. 39. Графики замираний по Буллингтону.

отклонение уровней помех от средних значений в течение длительного времени (определяют по рис. 32, *а*: $\Delta\sigma_{50} = 0$; $\Delta\sigma_{90} = 5$ *дб*; $\Delta\sigma_{99} = 8$ *дб*); σ_R, которая учитывает неопределенность выбранного значения отношения R (выбирают примерно равной 2 *дб*). Другими неопределенностями здесь пренебрегают.

Общая неопределенность, *дб*,

$$\sigma_т = \sqrt{\sigma_{сиг\ t}^2 + \Delta\sigma_t^2 + \sigma_R^2}.$$

Так как при взаимной независимости эти значения имеют нормальное распределение вероятности, то график $\sigma_т(t)$ строят по трем точкам рис. 36. Первой точкой кривой является величина

$$\sigma_{50} = \sqrt{\sigma_R^2} = \sqrt{4} = 2\ \partial б.$$

Второй точкой кривой можно выбрать, например, величину

$$\sigma_{90} = \sqrt{\sigma_{сиг\ 90}^2 + \Delta\sigma_{90}^2 + \sigma_R^2} = \sqrt{1{,}5^2 + 5^2 + 2^2} = 5{,}6\ \partial б.$$

Третья точка кривой, например, имеет значение

$$\sigma_{99} = \sqrt{\sigma_{сиг\ 99}^2 + \Delta\sigma_{99}^2 + \sigma_R^2} = \sqrt{5{,}5^2 + 8^2 + 2^2} = 9{,}9\ \partial б.$$

Вероятность обслуживания находят по графику рис. 40 в зависимости от нормированного аргумента — процента времени действия

$$t_0 = \frac{R_{50} - R_t}{\sigma_т},$$

где R_t определяют по табл. 14, а $\sigma_т$ — по рис. 38.

Так, если $R_{70} = 21{,}1$ *дб*; $R_{50} = 23{,}6$ *дб*; $\sigma_{70} = 2{,}5$ *дб*, то

$$t_0 = \frac{23{,}6 - 21{,}1}{2{,}5} = 1,$$

и по графику рис. 40 вероятность обслуживания соответствует 0,75.

Рис. 40. График зависимости стандартного нормального отклонения от вероятности обслуживания.

11. По графику рис. 37, *а* определяют допустимое количество абонентских радиостанций в сети $n_{доп}$, принимая $P(1) = 0{,}7$; $T = 2$ *мин*; $\lambda_1 = 0{,}5$ *вызовов/ч*; $m = 3$. Тогда $n_{доп} = 100$ станций.

Сформулировать полученный результат можно следующим образом:

центральная станция радиотелефонной системы «Алтай» создает на территории города с числом жителей 1 млн. зону приема радиусом 10 км, где обеспечиваются следующие качественные показатели: категория обслуживания не ниже приемлемого (по рекомендации МККР № 339—1) качества в течение 90% времени суток в 70% пунктов приема на площадях и радиальных улицах и не ниже минимально приемлемого качества (90% разборчивости) в 70% пунктов поперечных улиц на границе зоны радиусом 6,5 км в течение 90% времени суток с вероятностью 0,75.

Пример 2. *Определить технические характеристики системы радиосвязи, способной обеспечить требуемые качественные показатели: не ниже 90% разборчивости слов несвязанного текста в течение 90% суток ($R_{90\min} = 8{,}79$ согласно табл. 14) в пункте приема, расположенном на поперечной улице города на расстоянии $r = 10$ км от пункта передачи.*

Исходные данные:

отметка местности в пункте приема, отсчитанная от нулевого уровня, $h_{02} = 140$ *м*;

высота приемной антенны над уровнем земли $h_2 = 2$ *м*;

средняя высота зданий в пункте приема $h_1 = 20$ *м*;

средняя ширина улицы $2b = 30$ *м* (застройка несплошная);
частота приема абонентской станции $f = 174$ *Мгц* ($\lambda = 1{,}72$ *м*).

Расчет:

1. По формуле (42) определяют напряженность поля радиопомех в пункте приема, наблюдаемую в течение 90% времени, *дб*:

$$\overline{E}_{90} = \overline{E}_{50} + \Delta\overline{E}_{90} + 10 \lg \Pi_{пр} - 10 \lg \Pi_{изм}.$$

При этом $\overline{E}_{50}$ определяют по графику рис. 32, *б* (см. пример 1): $\overline{E}_{50} = 10{,}3$ *дб*, $\Delta\overline{E}_{90} = 5{,}8$ *дб* — по графику рис. 33, *б*, $\overline{E}_{90} = 10{,}3 + 5{,}8 + 10 \lg 25\,000 - 10 \lg 100\,000 = 10{,}3 + 5{,}8 + 44 - 50 = 10{,}1$ *дб* (полоса пропускания $\Pi_{пр} = 25$ *кгц* — принята ориентировочно).

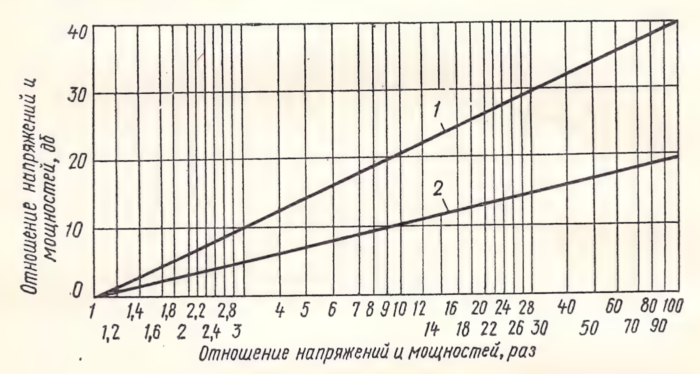


Рис. 41. График перевода в относительные единицы значений напряжений (*1*) и мощностей (*2*), выраженных в децибелах.

2. Определяют уровень сигнала, который обеспечит в пункте приема требуемую категорию обслуживания: $E'_{сиг.\,п} = E_{90} + R_{90\min} = 10{,}1 + 8{,}79 = 18{,}89$ *дб*.

3. Из уравнения (65) определяют коэффициент $K_{2п}$ при $E_{сиг.\,п} = E'_{сиг.\,п}$, *дб*: $K_{2п} = E_{сиг.\,п} - K_1 - K_3 - 60$. По номограмме рис. 35, *а* определяют коэффициенты K_1 и K_3: $K_1 = -16$ *дб*; $K_3 = -40$ *дб*. Следовательно, $K_{2п} = 18{,}89 + 16 + 40 - 60 = 14{,}89$ *дб*.

По номограмме рис. 35, *а* по значению $K_2 = 14{,}89$ *дб* и варьируя значения h'_1 и *РД*, находят наиболее приемлемое решение:

РД, *квт*	0,004	0,003	0,002	0,0015
h', *м*	90	100	125	150

По полученным данным выбирают в качестве центральной, например, радиостанцию типа «Гранит-ЦС», которая обеспечит заданные качественные показатели в пункте приема, расположенном на удалении 10 *км* при высоте антенны, отсчитанной от высоты пункта приема, равной 90 *м*.

4. Далее можно определить по графику рис. 37, *б* допустимое количество абонентских радиостанций в сети, принимая $P(1) = 0{,}7$ и $\lambda T = 2$ *мин*, занятых в час: $n = 18$ станций.

4. РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ *

Общие сведения. Для радиорелейной связи используют ультракоротковолновый диапазон, позволяющий обеспечить достаточно широкую полосу пропускаемых частот (для осуществления многоканальной телефонной и телеграфной работы, для передачи программы телевидения), высокую устойчивость (так как в этом диапазоне отсутствуют атмосферные помехи и значительно ослаблена зависимость условий распространения радиоволн от времени суток), благоприятные условия для применения остронаправленных антенн (что способствует осуществлению связи при сравнительно небольших мощностях передатчиков и малых размерах аппаратуры) [42].

Радиорелейные линии могут работать в метровом (при малом числе каналов), дециметровом (линии средней емкости) и сантиметровом (магистральные линии большой емкости) диапазонах волн. По международным соглашениям для радиорелейной связи в Европе отведены следующие участки диапазона: для дециметровых волн — 460—470, 1300—1600 и 1700—2300 *Мгц*; для сантиметровых волн — 3500—4200, 4400—5000, 5925—8500 и 9800—10 000 *Мгц*. Волны короче 3 *см* для радиорелейной связи не используют, так как их прохождение существенно зависит от метеорологических условий [14, 15].

Радиорелейная линия связи представляет собой цепочку приемно-передающих радиостанций, расположенных с учетом особенностей рельефа местности.

Рис. 42. Условное изображение радиорелейной линии связи:
О и *П* — соответственно оконечная и промежуточная станции.

Станции, расположенные на концах радиорелейной линии, называют *оконечными*. Все станции, расположенные между оконечными, являются *промежуточными*. Промежуточные станции, на которых предусмотрено выделение телефонных и телеграфных каналов, называют *главными*. Главные станции, где имеются ответвления, называют *узловыми*. Оконечные и главные станции являются обслуживаемыми, а обычные промежуточные приспособлены для автоматического управления с оконечных или главных и поэтому обслуживающего персонала не имеют.

Система телеуправления отечественной радиорелейной аппаратуры строится таким образом, чтобы на каждые десять обычных промежуточных станций приходилась одна главная, по пять станций с каждой стороны. Однако при проектировании это число может быть уменьшено в соответствии с особенностями той или иной радиорелейной трассы.

Последовательность приемно-передающих станций, обеспечивающих передачу определенного объема информации в одном направлении, образует ствол радиорелейной линии [42]. Число комплектов приемно-передающей аппаратуры на каждой станции совпадает с числом стволов, действующих на данном направлении радиорелейной линии.

Условное изображение линии связи, состоящей из ряда станций, показано на рис. 42.

По пропускной способности радиорелейные линии сантиметрового диапазона не уступают магистральной кабельной линии. При сооружении радиорелейной линии значительно ниже расход цветных металлов, чем при сооружении кабельной. Поскольку число усилительных пунктов на кабельной линии в семь-восемь раз больше, чем число промежуточных станций на радиорелейной линии, то объем технических зданий и количество комплектов усилительной аппаратуры на один километр радиорелейной линии несколько ниже, чем на один километр кабельной [42]. Радиорелейная связь может быть организована в местах, где проложить кабельную линию не представляется возможным. Однако ей присущи следующие недостатки:

---

* Материал составлен инж. М. А. Шестаковским.

сложность оборудования радиорелейных станций; большое число ламп, применяемых в аппаратуре; сравнительно большой расход электроэнергии; бо́льшую, чем у кабельных линий, чувствительность приемных устройств к внешним воздействиям (радиопомехам, замираниям, поглощению энергии и т. д.).

Опыт показывает, что экономический эффект при применении радиорелейной связи повышается с увеличением числа каналов [7, 17, 42].

В комплект оборудования современных радиорелейных станций входят: аппаратура уплотнения; приемно-передающая радиоаппаратура оконечных и промежуточных станций; антенно-фидерные сооружения; система электропитания; система автоматического резервирования; система телеуправления и телесигнализации; контрольно-измерительная аппаратура; служебная связь. Аппаратуру уплотнения обычно устанавливают на междугородных телефонных станциях, которые связаны с оконечными или главными станциями при помощи коаксиальных кабельных линий. Остальное оборудование размещают в специальном техническом здании, вблизи которого располагается антенная опора. В некоторых случаях для сокращения длины высокочастотных фидеров техническое здание строят в виде бетонной башни, в верхней части которой устанавливают антенну, а несколько ниже — высокочастотную аппаратуру. Средняя часть башни используется для жилья и вспомогательных служб, а в самом низу располагают электросиловое оборудование.

По экономическим соображениям каждый высокочастотный ствол радиорелейной линии должен использоваться одновременно для передачи и приема многих сообщений. Такое многократное использование системы связи называется *уплотнением*. Наиболее широкое применение в практике многоканальной связи нашло частотное и временное уплотнение.

Частотное уплотнение основано на применении электрических фильтров с использованием нелинейных преобразований и заключается в размещении спектров частот отдельных каналов на разных участках полосы частот, пропускаемой линией связи. При этом первичными сигналами разных каналов модулируются различные несущие частоты [42]. Для обеспечения частотного уплотнения используют аппаратуру уплотнения, применяемую для уплотнения проводных линий связи. Спектр частот на выходе аппаратуры уплотнения, необходимый для модуляции передатчика, принято называть *групповым* [23].

Для увеличения пропускной способности радиорелейных линий применяется дополнительное уплотнение по сверхвысоким несущим частотам путем создания нескольких высокочастотных стволов связи. Каждый ствол представляет собой последовательность радиорелейных устройств, образующих самостоятельную линию связи с собственным уплотнением.

Временное уплотнение основано на поочередной передаче в линию коротких импульсов, каждый из которых несет на себе часть информации соответствующего канала. Промежуток времени, в течение которого передается один импульс каждого канала, называется *тактом*. В начале каждого такта передаются синхронизирующие импульсы, используемые для синхронизации приемного устройства с передающим. В радиорелейных системах преимущественно используются синхронизирующие импульсы, отличающиеся от канальных по продолжительности [44].

При обычных видах импульсной модуляции помехоустойчивость радиорелейных линий низка, а ее повышения достигают значительным превышением уровня сигнала над уровнем помех, применяя передатчики большой мощности. Это увеличивает стоимость эксплуатации и усложняет конструкцию аппаратуры. Более рационально повышение помехоустойчивости при помощи кодово-импульсной модуляции (КИМ), когда используется квантование непрерывного сигнала во времени и по уровню [42].

Наиболее распространенной является система частотного уплотнения как более универсальная. Ее можно применять при многоканальной телефонной работе, передаче телевизионной программы, фототелеграфной работе и т. д.

Радиорелейные линии с частотным уплотнением легко согласуются с кабельными линиями. Переход с кабельной линии на радиорелейную и обратно, в

отличие от аналогичного перехода при использовании аппаратуры временного уплотнения, не требует переприема по низкой частоте и, следовательно, двойного комплекта оконечной аппаратуры. При частотном уплотнении число каналов практически неограничено. В системах с временным уплотнением число каналов не превышает 24 [42].

Обычно системы с частотным уплотнением используют при большом числе каналов, на линиях, предназначенных для телевизионных передач, и на линиях, в которых имеются кабельные вставки. Системы с временным уплотнением используют на линиях с небольшим числом каналов, не имеющих кабельных вставок.

Тип аппаратуры выбирают в соответствии с назначением и емкостью проектируемой линии. При этом следует руководствоваться электрическими и технико-эксплуатационными данными образцов аппаратуры, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью.

Устойчивость и дальность связи, а также стоимость строительства радиорелейных линий зависит от топографических особенностей местности. Рациональный выбор места расположения радиорелейных станций вдоль трассы называется *трассировкой* радиорелейной линии. При трассировке необходимо: обеспечить прямую видимость на участке связи между двумя станциями (наличие искусственных и естественных препятствий может быть причиной неустойчивости связи); свести к минимуму число радиорелейных станций на трассе, соблюдая при этом требования, обеспечивающие нормальные условия для прохождения радиоволн; рационально выбрать площадки для строительства радиорелейных станций с тем, чтобы избежать построения высоких антенных башен и обеспечить пути подъезда к станции; предусмотреть возможность обеспечения электроэнергией аппаратуры станции.

Количество главных станций определяют исходя из заданного количества пунктов, где должны выделяться телефонные каналы, и из соображений удобства эксплуатации линии. Во избежание нарушения нормы допустимой мощности шума в телефонном канале вся длина радиорелейной линии должна делиться главными станциями не более чем на шесть (в линии с числом каналов от 12 до 120) и на девять (в линии с числом каналов более 120) участков. При максимальной длине линии 2500 *км* расстояние между главными станциями должно быть не менее 416 *км* для первых и не менее 280 *км* для вторых линий [10, 7].

При определении числа промежуточных и переприемных станций и их мест расположения следует учитывать, что среднее рекомендуемое расстояние между промежуточными пунктами для радиорелейных линий составляет 40 *км* [10].

Рекомендуется намечать не один, а несколько вариантов трассы проектируемой радиорелейной линии с размещением на трассе промежуточных пунктов и после сравнения вариантов в технико-экономическом отношении выбирать наиболее выгодный. Намечая варианты трассы, необходимо руководствоваться топографическими картами и предварительно выполнять картографические изыскания. Карты должны быть в масштабе 1 : 100 000. Для сильно заселенных и застроенных местностей применяются карты большого масштаба — 1 : 50 000 или 1 : 25 000.

По трассе каждого варианта линии, пользуясь линейкой с миллиметровыми делениями и масштабом, можно определить протяженность интервалов и их количество m, после чего может быть определена длина L радиорелейной линии в каждом варианте. Длина линии L определяется как сумма длин m интервалов.

Необходимое для экономических расчетов значение средней протяженности интервалов определяют по формуле, *км*,

$$R_{\text{ср}} = \frac{L}{m}.$$

При сопоставлении вариантов трассы радиорелейной линии более выгодным следует считать тот, в котором меньшее количество промежуточных пунктов и более целесообразное их размещение, т. е. большее значение $R_{\text{ср}}$ при прочих равных условиях. Увеличение длины интервалов делает строительство более экономичным [7, 10].

Тип антенны для радиорелейной линии выбирают в зависимости от емкости линии, системы, условий местности, по которой намечена трасса, и др. Антенны, применяемые на радиорелейных линиях, должны иметь высокий коэффициент усиления, обладать высокими защитными свойствами от влияния полей, действующих вне диаграммы направленности, обеспечивать перекрытие заданного рабочего диапазона, иметь жесткую и простую конструкцию, быть экономичными при изготовлении. Фидерные линии должны быть однородны и обладать малым затуханием. Должно быть обеспечено хорошее согласование антенны с фидером и фидера с аппаратурой. В зависимости от диапазона волн на радиорелейных линиях применяют: синфазные антенны (в метровом и дециметровом диапазонах на радиорелейных линиях малой емкости); параболические антенны (в дециметровом и сантиметровом диапазонах на радиорелейных линиях средней емкости); перископические антенны (в дециметровом диапазоне на радиорелейных линиях малой и средней емкости); рупорно-линзовые и рупорно-параболические антенны (в сантиметровом диапазоне на радиорелейных линиях большой емкости) [44]. В зависимости от диапазона волн применяют различные способы соединения с аппаратурой: в сантиметровом диапазоне при помощи волноводов, в дециметровом при помощи коаксиальных кабелей (в дециметровом диапазоне также широко применяют антенны перископического типа, в которых осуществляется бесфидерное питание).

При выборе типа антенны отдают предпочтение перископической антенной системе перед параболической тогда, когда на трассе линии имеются высокие препятствия, и антенны приходится устанавливать на высоких башнях. Применение параболических антенн в этих случаях является нецелесообразным вследствие большой длины кабельного фидера питания антенны и большого затухания в фидере. Параболические антенны могут применяться при расстояниях между стойкой высокой частоты аппаратуры и антенной не более 25 *м*. Параболические антенны выгодны, в частности, при размещении аппаратуры в верхних этажах высоких зданий и установке антенн на их крышах.

На промежуточных станциях приемные и передающие антенны одного направления связи практически расположены рядом. Вследствие близости антенн и наличия побочных лепестков диаграммы направленности нельзя избежать возникновения взаимосвязи между антеннами и поэтому используют разные рабочие частоты при приеме и передаче сигналов в данном направлении. Повторное использование рабочих частот можно на промежуточных станциях, разделенных примерно двумя интервалами. В соответствии с этим для одного ствола радиорелейной линии при двусторонней связи применяют четырех- и двухчастотное распределения рабочих частот. При двухчастотном распределении на каждой промежуточной станции оба передатчика работают на одной частоте, а оба приемника—на другой. При четырехчастотном распределении различны частоты приема и передачи одного направления связи, а также разные рабочие частоты берутся для встречных направлений связи.

На метровых и дециметровых волнах направленное действие антенн в общем случае недостаточно для обеспечения необходимой развязки между направлениями связи при двухчастотном распределении, и поэтому рекомендуется применение четырехчастотного распределения [10]. На сантиметровых волнах антенны позволяют реализовать диаграммы направленности с малыми уровнями побочных лепестков, и в этом случае достаточно применить двухчастотное распределение, при этом рекомендуется трассу линии выбирать непрямолинейной [10].

Расчет каналов радиосвязи* производят для заданных энергетических параметров аппаратуры и высот антенных опор, исходя из условия обеспечения ми-

* Данные указания [10, 15, 18, 19] предназначены для расчета каналов радиосвязи, работающих в метровом диапазоне ультракоротких волн (30→300 *мгц*). Приведенная в настоящих указаниях методика расчета позволяет рассчитывать с достаточной степенью точности каналы радиосвязи с трассами над среднепересеченной местностью. Трассы каналов радиосвязи в горных условиях в настоящих указаниях не рассматриваются ввиду сложности учета всех факторов на трассе, влияющих на ослабление сигнала.

нимально-допустимого соотношения сигнал/шум на выходе приемника, которое принято равным 26 *дб*.

Расчет содержит следующие основные этапы.

1. Рассчитывают напряжение сигнала на входе приемника с учетом энергетических параметров аппаратуры в предположении, что распространение радиоволн происходит в свободном пространстве.

При этом напряжение сигнала на входе приемника, *мкв*,

$$U = \frac{\lambda \cdot 10^6}{4\pi R_0} \sqrt{P_1 a_1 a_2 \eta Z_{вх}}, \tag{72}$$

где λ — длина волны, *м*; R_0 — расстояние между корреспондирующими точками, *м*; P_1 — мощность передатчика, *вт*; a_1, a_2 — коэффициенты усиления по мощности соответственно передающей и приемной антенн по отношению к полуволновому вибратору; η — к. п. д. антенных фидеров на передающем и приемном концах; $Z_{вх}$ — входное сопротивление приемника, *ом*.

Длина волны сигнала, *м*,

$$\lambda = \frac{300}{f}, \tag{73}$$

где f — частота сигнала, *мгц*.

К. п. д. антенных фидеров на передающем и приемном концах

$$\eta = \eta_1 \eta_2 = 10^{-0,1(a_{ф1} + a_{ф2} + 2\Delta a_ф)}, \tag{74}$$

где η_1, η_2 — к. п. д. антенных фидеров соответственно на передающем и приемном концах; $a_{ф1}$, $a_{ф2}$ — затухание антенных фидеров соответственно на передающем и приемном концах, *дб*; $\Delta a_ф$ — дополнительное затухание в антенном фидере за счет неполного согласования радиочастотного кабеля с антеннами, *дб*.

Затухание антенного фидера, выполненного из радиочастотного кабеля, *дб*,

$$a_ф = \alpha_к l_ф, \tag{75}$$

где $\alpha_к$ — затухание радиочастотного кабеля (определяется по табл. 10), *дб/м*; $l_ф$ — длина антенного фидера, *м*.

Дополнительное затухание в антенном фидере за счет неполного согласования радиочастотного кабеля с антеннами, *дб*,

$$\Delta a_ф = 20 \lg \frac{(1 + k_{б.\,в})^2}{4k_{б.\,в}}, \tag{76}$$

где $k_{б.\,в}$ — коэффициент бегущей волны (в расчетах принимается равным 0,6).

При одинаковых типах радиочастотных кабелей антенных фидеров на передающем и приемном концах формула (74) примет вид

$$\eta = 0,8 \cdot 10^{-0,1\alpha_к(l_{ф1} + l_{ф2})}, \tag{77}$$

где $l_{ф1} + l_{ф2}$ — общая длина антенных фидеров на передающем и приемном концах, *м*.

2. Рассчитывают множитель ослабления поля свободного пространства за счет рельефа местности и метеорологических условий. В основу расчета положена теория электродинамической дифракции. Приводимая методика расчета справедлива для закрытых и полузакрытых трасс. Для определения типа трассы необходимо произвести расчет величины H_0 — такого значения зазора в наиболее высокой точке профиля трассы, при котором разность хода между прямой

волной и волной, отраженной в указанной точке, равна $^1/_6$ длины рабочей волны ($\lambda/6$), *м*:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} R_0 \lambda k (1-k)}, \tag{78}$$

где $k = \frac{R_1}{R_0}$ — относительная координата наивысшей точки эквивалентного препятствия; R_1 — расстояние до наивысшей точки профиля, иначе называемой точкой отражения, *км*; R_0 — расстояние между связываемыми точками, или длина интервала радиорелейной линии связи, *км*.

Полуоткрытыми называются трассы, для которых $H_0 > H > 0$, а *закрытыми* — для которых $H < 0$.

3. Определяют запас устойчивости сигнала. Для этого необходимо прежде всего по картам, имеющим масштаб 1 : 100 000 или 1 : 50 000, снять профиль проектируемой трассы.

Снятию профиля трассы предшествует построение кривой к поверхности земли между точками приема и передачи, или, как иначе говорят, построение «стрелы» земли. Максимальную «стрелу» в середине трассы определяют по формуле, *м*,

$$H_{max} = \frac{R_0^2}{50}. \tag{79}$$

На расстояниях $^1/_6 R_0$ вправо и влево от середины «стрелы» кривизна составляет $^8/_9 H_{max}$, а на расстоянии $0{,}36\,R_0$ — $^1/_2 H_{max}$.

Чтобы ускорить построение кривизны земли, можно рассчитать и изготовить из плотного материала (картон или ватман) эталон кривизны для расстояний, скажем, 100 *км*. Тогда при любой протяженности трассы (до 100 *км*) можно использовать этот трафарет. Расстояние отсчитывается от середины трафарета по $^1/_2 R_0$ общей протяженности трассы. Например, при $R_0 = 50$ *км* слева и справа от наивысшей точки откладывается по 25 *км*. Эти точки на трафарете будут нулевыми на линии кривизны на профиле. При снятии профиля трассы по картам необходимо с достаточной точностью определить места (и соответственно высоты) установки антенн.

Таблица 15

Значения вертикального градиента диэлектрической проницаемости воздуха для различных климатических районов СССР

Климатический район	$g_{min} \cdot 10^{-8}$, $^1/_м$
Северо-запад европейской части СССР, Кольский полуостров, Карельская АССР, Коми АССР, Архангельская область, Прибалтика, Белорусская ССР	—1
Центр европейской части СССР	—2,5
Юго-запад европейской части СССР (Курская и Воронежская области, Украинская ССР и Молдавская ССР за исключением приморских районов)	2
Степные районы Поволжья, Дона, Краснодарского, Ставропольского краев и Крыма	2
Оренбургская область и прилегающие районы юго-востока европейской части СССР	2
Районы Прикаспийской низменности	—2
Прикаспийские районы Средней Азии и Апшеронский полуостров	1,5
Степная полоса Южной Сибири и Казахстана	4
Пустынные районы Южного Казахстана	5,5
Средняя полоса Западно-сибирской низменности	0
Восточная Сибирь, Якутская АССР, Красноярский край	2,5
Приамурье (Приморье и Сахалин)	—2,5
Субарктический пояс Сибири	1,5

При построении профиля рассчитываемой трассы необходимо нанести все препятствия — здания в городах и поселках, леса и т. д., так как они могут оказать значительное влияние на распространение радиоволн.

По профилю трассы определяют параметры R_1, R_0, H и k.

Затем находят величину, которая учитывает влияние рефракции, зависящей от вертикального градиента диэлектрической проницаемости воздуха ($g_{\min}$), *м*:

$$\Delta H_{g\,\min} = \frac{R_0^2}{4} g_{\min} k(1-k), \qquad (80)$$

где $g_{\min}$ определяют для конкретного климатического района по табл. 15, которая составлена исходя из условия, что требование обеспечения качественной связи в течение 90% времени работы канала достаточно.

Влияние рефракции на величину зазора учитывают тем, что в остальных расчетах вместо величины H принимают величину, *м*,

$$H_{g\,\min} = H - \Delta H_{g\,\min}. \qquad (81)$$

Далее определяют величину $P_{g\,\min}$, от которой зависит множитель ослабления на трассе:

$$P_{g\,\min} = \frac{H_{g\,\min}}{H_0}. \qquad (82)$$

Путем графического построения находят длину закрытия $r_з$. По методике, рекомендованной А. И. Калининым*, при достаточно коротких волнах и больших высотах антенн длина закрытия определяется как расстояние между точками пересечения препятствия с линией, параллельной линии прямой видимости AB и отстоящей от наивысшей точки профиля на величину Δy. Величину Δy при расчете принимают равной 0,1—0,5 H_0 (для метровых волн) и H_0 (для дециметровых и сантиметровых волн).

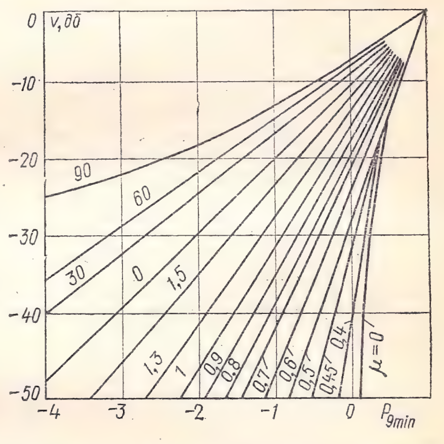


Рис. 43. Графики зависимости множителя ослабления v от параметров $P_{y\,\min}$ и μ.

Параметр μ определяют по формуле

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{1}{3} 64\pi\alpha^2} \sqrt[3]{\frac{k^2(1-k)^2}{l^2}} \sqrt[4]{1 + \frac{l^2 H}{4\alpha k(1-k) H_0}}, \qquad (83)$$

где

$$\alpha = \frac{\Delta y}{H_0} = 0{,}1 \div 0{,}5;$$

$$l = \frac{r_з}{R_0}. \qquad (84)$$

По графику зависимости $v = f(\mu P_{g\,\min})$ рис. 43 определяют величину v — множитель ослабления на трассе.

* «Радиотехника». 1957, № 4.

Напряжение сигнала на входе приемника с учетом ослабления за счет препятствий и метеорологических условий находят по формуле, *мкв,*

$$U_{вх} = 10^{\frac{v}{20}} U. \qquad (85)$$

Для обеспечения устойчивости связи необходимо выполнение следующего условия (если в точке приема отсутствуют посторонние помехи от энергетических объектов и других источников):

$$U_{вх} \geqslant U_{ч.\,пр};$$

где $U_{ч.\,пр}$ — чувствительность приемника при отношении сигнал/шум, равном 26 *дб.*

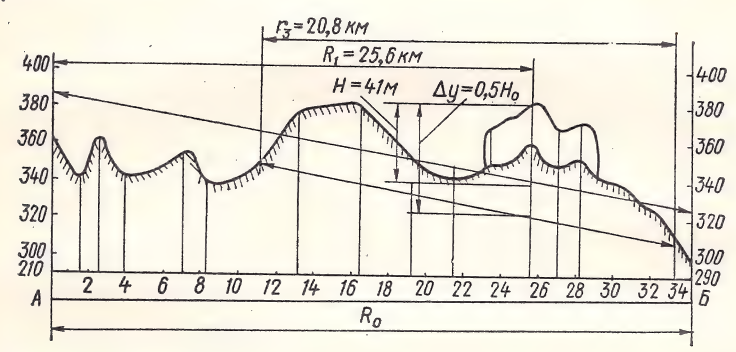


Рис. 44. Профиль трассы.

Пример 3. *Рассчитать канал радиосвязи между пунктами А и Б, расстояние между которыми $R_0 = 34$ км. Радиоканал проектируется в средней полосе европейской части СССР.*

Исходные данные: в качестве радиостанции применена радиорелейная станция РРС-1М (см. табл. 23);

мощность передатчика $P_1 = 2{,}5$ *вт*;

чувствительность приемника при отношении сигнал/шум 26 *дб* $U_{ч.\,пр} = 2$ *мкв*;

частота сигнала $f = 66$ *мгц*;

в качестве антенны применена антенна «волновой канал», коэффициент усиления которой по отношению к полуволновому вибратору равен 4 (6 *дб*);

входное сопротивление приемника $Z_{вх} = 75$ *ом.*

Расчет:

1. По профилю трассы (рис. 44) определяют: $R_0 = 34$ *км*; $R_1 = 25{,}6$ *км*; $H = -41$ *м*; $k = \frac{R_1}{R_0} = \frac{25{,}6}{34} = 0{,}75$; высоту передающей антенны $h_1 = 26$ *м*; высоту приемной антенны $h_2 = 24$ *м*. В качестве антенного фидера используем кабель РК-1 (см. табл. 10): $\alpha_к = 0{,}08$ *дб/м*; длину фидера на передающем конце возьмем $l_{ф1} = 50$ *м*, на приемном — $l_{ф2} = 50$ *м*.

2. Рассчитывают напряжение сигнала на входе приемника при распространении радиоволн в свободном пространстве по формуле (72), учитывая соотношения (73) и (77):

$$U = \frac{\frac{300}{66} \cdot 10^6}{4\pi \cdot 34\,000} \sqrt{2{,}5 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 0{,}127 \cdot 75} = 206 \text{ мкв}.$$

3. По формуле (78) определяют

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 34\,000 \cdot 4{,}5 \cdot 0{,}75\,(1 - 0{,}75)} = 97{,}6 \text{ м}.$$

Трасса является закрытой, так как $H < 0 - 41 < 0$.

4. По формуле (80) находят (из табл. 15 $g_{min} = -2{,}5 \cdot 10^{-8}$ 1/*м*)

$$\Delta H_{g\,min} = \frac{(34\,000)^2\,(-2{,}5 \cdot 10^{-8})}{4} \cdot 0{,}75\,(1 - 0{,}75) = -1{,}5 \text{ м}.$$

5. По формуле (81) определяют

$$H_{g\,min} = -41 - (-1{,}5) = -39{,}5 \text{ м}.$$

6. По формуле (82) рассчитывают

$$P_{g\,min} = \frac{-39{,}5}{97{,}6} = -0{,}4.$$

7. Определяют длину закрытия.

Взяв $\alpha = 0{,}5$, получают $\Delta y = 0{,}5 \cdot 97{,}6 = 48{,}8$ *м*. По профилю рис. 44 определяют $r_з = 20{,}8$ *км*.

8. Определяют по формуле (84)

$$l = \frac{20{,}8}{34} = 0{,}61.$$

9. Рассчитывают по формуле (83)

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{1}{3}\,64\pi \cdot 0{,}5^2}\;\sqrt[3]{\frac{0{,}75^2\,(1 - 0{,}75)^2}{0{,}61^2}}\;\sqrt[4]{1 + \frac{0{,}61^2 - 41}{4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}25 \cdot 97{,}6}} = 0{,}635.$$

10. По графику рис. 43 определяют множитель ослабления на трассе: $v = -30$ *дб*.

11. Рассчитывают напряжение сигнала на входе приемника с учетом ослабления за счет препятствий и метеорологических условий по формуле (85):

$$U_{вх} = 10^{-\frac{30}{20}} \cdot 206 = 6{,}5 \text{ мкв}.$$

Так как $U_{вх} > U_{ч.\,пр} = 2$ *мкв*, то условие обеспечения связи выполняется.

5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ

Радиостанции низовой радиосвязи

Система радиосвязи «Алтай-1» является единой централизованной системой дуплексной УКВ радиотелефонной связи, обслуживающей различные ведомства и обеспечивающей радиосвязь с подвижными абонентами в городах в радиусе 25—35 *км* и на транспортных магистралях [24]. В ней набором необходимого номера обеспечиваются автоматические соединения: подвижного абонента с другим подвижным абонентом, с абонентом городской телефонной сети, с диспетчером своего ведомства; диспетчера с группой абонентов (циркулярная связь).

В комплекс системы входят системы городской радиосвязи и радиосвязи вдоль транспортных магистралей. Радиооборудование системы состоит из

радиостанций центральной «Алтай ЦС-1» (для городской радиосвязи), линейной «Алтай ЛС-1» (для радиосвязи вдоль транспортных магистралей) и подвижного абонента «Алтай АС-1» (для радиосвязи в обоих случаях).

Центральная радиостанция «Алтай ЦС-1» предназначена для бесподстроечной радиотелефонной связи в черте города абонентов центральной станции с подвижными абонентами, абонентами линейной станции и абонентами городской автоматической телефонной станции (АТС) при равнодоступных каналах [24]. В радиостанции используется метод одновременного приема, для обеспечения которого имеются два блока восьмиканальных приемников и блок автовыбора сигнала с наибольшим отношением сигнал/помеха. Схема радиостанции позволяет работать и без сдвоенного приема.

Конструктивно радиостанция выполнена в виде самостоятельных блоков, которые устанавливаются в типовые стойки из алюминиевых рам. Радиостанция состоит из восьми стоек одноканальных передатчиков и одной стойки восьмиканального приемника. Питание каждого передатчика осуществляется от индивидуальных блоков питания. Переход на резервный комплект передатчика происходит автоматически. Все блоки выполнены, в основном, на нормализованных узлах и деталях и максимально унифицированы. Комплект оборудования на восемь радиоканалов состоит из девяти стоек, комплекта запасных частей и технической документации.

Линейная радиостанция «Алтай ЛС-1» предназначена для организации вдоль транспортных магистралей дуплексной радиотелефонной связи различных ведомств и служб с абонентами подвижных объектов, оборудованных радиостанциями «Алтай АС-1». Радиостанция состоит из двух стоек передатчиков, одной стойки приемника. Конструктивно и схемно линейная станция повторяет собой оборудование центральной станции, но выполняется на два радиоканала [24]. Основные данные радиостанции «Алтай ЛС-1» отличаются от данных станции «Алтай ЦС-1» только числом каналов и потребляемой мощностью.

Комплект оборудования на два канала состоит из трех стоек (две стойки передатчиков и одна стойка приемника), комплекта запасных частей и технической документации. В стойку передатчика входят: два блока передатчика, два блока питания, блок защиты, блок резервирования, дешифратор. В стойку приемника входят: два блока приемника, два блока питания, блок автовыбора, гетеродинный смеситель.

Радиостанция подвижного абонента «Алтай АС-1» предназначена для работы в системе многоканальной радиотелефонной связи в черте города и вдоль транспортных магистралей, оборудованных линейной связью [24]. Радиостанция может устанавливаться на разнообразных подвижных объектах, а также стационарно. Дальность связи зависит от высоты подъема антенн центральной станции.

В черте города, где установлена центральная станция системы «Алтай», радиостанция «Алтай АС-1» обеспечивает бесподстроечную дуплексную радиосвязь при автоматическом выборе любого из восьми свободных каналов. Благодаря применению многоканальной системы время вхождения в связь сведено до минимума. Значительная емкость системы с возможностью селективного выбора 1000 абонентов и циркулярного вызова 10 групп абонентов может удовлетворить широкий круг заинтересованных организаций, тем более, что изменение избирательного и группового номеров легко осуществляется сменой электромеханических фильтров.

Управление радиостанцией, осуществляемое с пульта управления, совершенно не отличается от манипуляций при вызове абонента по обычному телефону. Кроме того, станция может работать в системе группового вызова с приемом на громкоговоритель.

Конструкция станции — блочная, влаго- и брызгозащищенная. Легкий доступ к монтажу и применение функциональных элементов обеспечивает хорошую ремонтоспособность станции.

В комплекс радиостанции входят: приемопередатчик, пульт управления с микротелефонной трубкой, блок питания, антенна с согласующим устройством,

комплект соединительных шлангов, комплект запасного имущества, электровакуумных и полупроводниковых приборов.

Система подвижной радиосвязи «Алтай-2», как и система радиосвязи «Алтай-1», является единой централизованной системой дуплексной УКВ радиотелефонной связи, обслуживающей различные ведомства, и обеспечивает те же возможности радиосвязи, но в диапазоне частот 300—344 *Мгц* [25].

Система «Алтай-2» выпускается в трех модификациях: радиостанция мобильная абонентская («Алтай АС-2»); радиостанция центральная («Алтай ЦС-2»); радиостанция линейная («Алтай ЛС-2»).

Радиостанция мобильная абонентская 13РТМ-А2-ЧМ («Алтай АС-2») предназначена для организации беспоисковой и бесподстроечной дуплексной радиотелефонной связи подвижных абонентов с абонентами центральной станции «Алтай ЦС-2» и абонентами городской телефонной автоматической станции (ГАТС) в системе связи с равнодоступными каналами в черте города, а также для двусторонней радиотелефонной связи с абонентами линейной станции «Алтай ЛС-2» при движении объекта по дорогам, оборудованным линейной связью [25].

Радиостанция «Алтай АС-2» при городской связи обеспечивает поиск свободного канала автоматически, а при линейной — вручную. При циркулярной связи «Алтай АС-2» обеспечивает прием специального сигнала, громкоговорящую одностороннюю связь, телефонную двустороннюю связь и прием сигналов отбоя центральной станции для разъединения циркулярной связи. Радиостанция позволяет осуществлять избирательный вызов.

Управление работой радиостанции производится с пульта управления. Пользоваться станцией просто, как обычным телефоном.

Абонентская радиостанция с комплектом установочной арматуры и соединительных шлангов устанавливается в легковом автомобиле «Волга». Установка на других подвижных объектах отличается лишь специфичностью установочной арматуры и длиной соединительных шлангов. Радиостанция может быть использована в стационарном варианте.

Конструктивно радиостанция состоит из приемопередатчика, блока питания и пульта управления с комплектом установочной арматуры и соединительных шлангов (рис. 45). Приемопередатчик радиостанции включает блоки передатчика, приемника, возбудителей с первым гетеродином приемника. Возбудители создают десять стабильных частот, используемых для возбуждения передатчика и первого гетеродина приемника. Восемь частот соответствуют частотам городских каналов связи и переключаются автоматически, а две, соответствующие линейным каналам связи, переключаются с пульта управления вручную.

Приемник собран по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты. Антенно-разделительное устройство служит для совместной работы передатчика и приемника на одну антенну и состоит из фильтров передатчика и приемника, выполненных на четвертьволновых спиральных резонаторах.

В комплект радиостанции входят: приемопередатчик, пульт управления с микротелефонной трубкой, блок питания, антенна с согласующим устройством, комплект соединительных шлангов, документация и комплект запасного имущества. Ярусное расположение блоков с применением низкочастотных и высокочастотных разъемов, расположенных в доступных местах, обеспечивает удобство разборки каждого блока. В радиостанции широко применен печатный монтаж, полупроводниковые приборы и функциональные элементы.

Радиостанция центральная 14РТС-Ц1-ЧМ («Алтай ЦС-2») предназначена для организации дуплексной радиотелефонной связи различных ведомств и служб с абонентами подвижных объектов, оборудованных радиостанциями «Алтай АС-2» [25].

Радиостанция состоит из восьми стоек одноканальных передатчиков, одной стойки восьмиканального приемного устройства и антенно-фидерного устройства (АФУ). В каждую из стоек передатчиков входят по два блока передатчика (один из которых является резервным), настроенных на один и тот же канал связи.

Питание каждого передатчика осуществляется от индивидуальных блоков питания. Переход на резервный комплект передатчика происходит автоматически.

Каждый блок передатчика состоит из возбудителя, усилителя низкой частоты и модулятора, умножителя частоты и усилителя мощности. Восьмиканальный приемник построен по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием и кварцевой стабилизацией частоты. Тракт усиления высокой и первой промежуточной частот является общим для восьми каналов, тракт усиления второй промежуточной и низкой частот — отдельный от каждого канала.

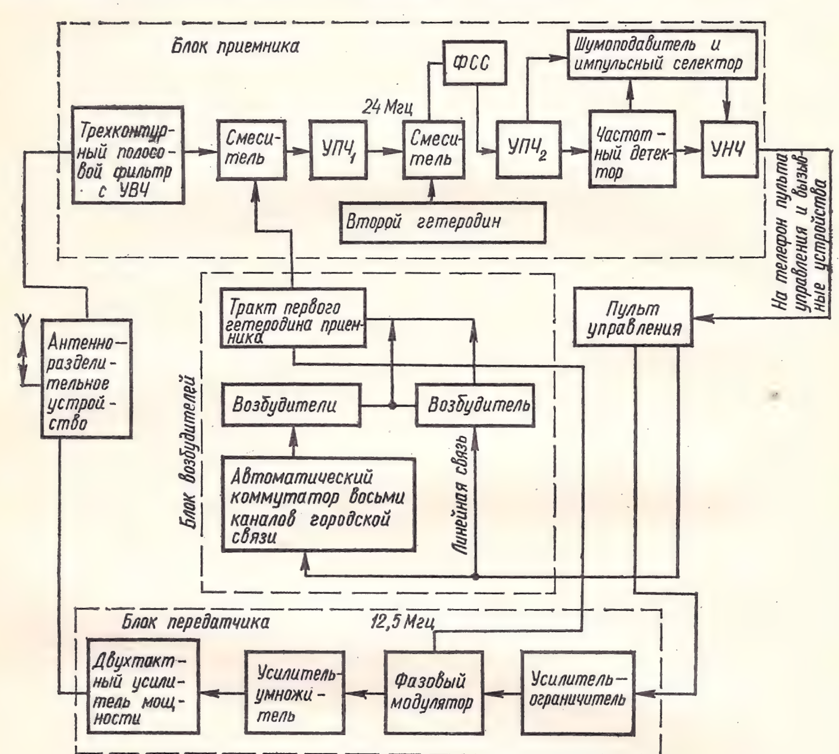


Рис. 45. Структурная схема УКВ радиостанции «Алтай АС-2».

В радиостанции используется метод сдвоенного приема, для обеспечения которого имеются два блока восьмиканальных приемников и блок автовыбора сигнала с наибольшим отношением сигнал/помеха. Схема радиостанции позволяет работать и без сдвоенного приема. В этом случае используется один из двух блоков приемников.

Конструктивно радиостанция выполнена в виде самостоятельных блоков, которые устанавливаются в типовые стойки. В стойке передатчика размещены два блока передатчика, два блока питания, блок защиты и блок резервирования.

В стойке приемника размещены два блока приемника, два блока питания, блок автовыбора (рис. 46). Стойка выполнена в виде литых рам из алюминиевого сплава, которые скреплены между собой обшивкой. Конструкция блоков обеспечивает необходимое охлаждение. Усилитель мощности и восьмиканальный прием-

ник работают с внешней принудительной вентиляцией с интенсивностью воздушного потока не менее 90 $м^3/ч$.

Все блоки выполнены, в основном, на нормализованных узлах и деталях и максимально унифицированы.

В состав антенно-фидерного устройства входят резонаторные фильтры приема и передачи, разделительные мостовые фильтры, антенные разделители и распределительные коробки.

Комплект оборудования на восемь радиоканалов состоит из девяти стоек (восемь стоек передатчика и одна стойка приемника), комплекта запасных частей и технической документации.

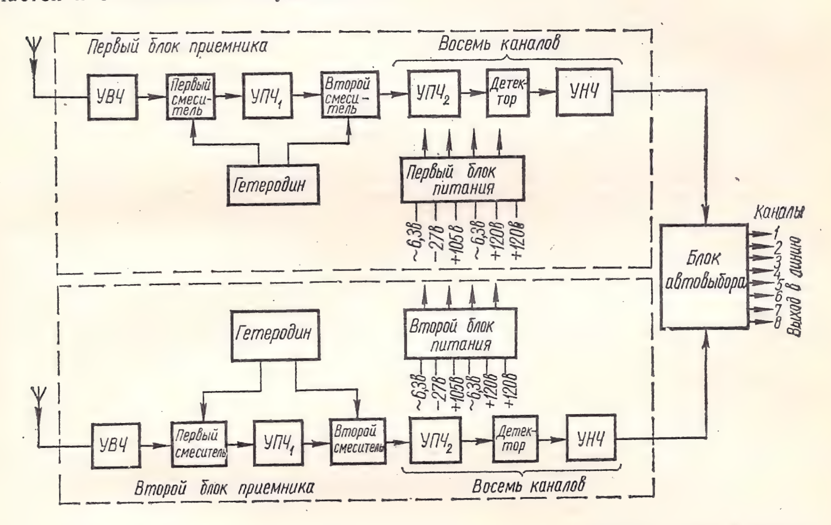


Рис. 46. Структурная схема приемника радиостанции «Алтай ЦС-2».

Радиостанция линейная «Алтай ЛС-2» предназначена для организации вдоль транспортных магистралей дуплексной радиотелефонной связи различных ведомств и служб с абонентами подвижных объектов, оборудованных радиостанциями «Алтай АС-2» [25].

Радиостанция состоит из двухканального приемника и двух одноканальных передатчиков с дистанционным управлением по телефонным каналам связи с пункта управления системой (сигналы управления посылаются в форме одно- и двухчастотных посылок).

Конструктивно и схемно линейная радиостанция повторяет собой оборудование центральной станции, но выполняется на два радиоканала и комплектуется дополнительными устройствами: дешифратором сигналов дистанционного управления, передатчиком линейной станции и гетеродинным смесителем, который обеспечивает возможность дистанционной проверки исправности радиостанции.

Комплект оборудования на два канала состоит из трех стоек (две стойки передатчиков и одна стойка приемника), комплекта запасных частей и технической документации.

В стойку передатчика входят (рис. 47): два блока передатчика, два блока питания, блок защиты, блок резервирования, дешифратор. В стойку приемника входят: два блока приемника, два блока питания, блок автовыбора, гетеродинный смеситель, дешифратор.

В таблице 16 приведены основные характеристики систем связи типа «Алтай».

Система радиосвязи «Гранит» предназначена для организации беспоисковой и бесподстроечной симплексной или дуплексной радиотелефонной связи между абонентской и центральной радиостанциями, а также между абонентскими радиостанциями в условиях среднепересеченной местности в любое время года и суток [25]. В соответствии с ГОСТ 12252—66 радиостанциям системы «Гранит» присвоены следующие наименования (табл. 17):

1РТМ-А2-ЧМ — абонентская симплексная мобильная (выпускается взамен радиостанции АРС-2);

2РТМ-А2-ЧМ — абонентская дуплексная мобильная (выпускается взамен радиостанции АРС-1);

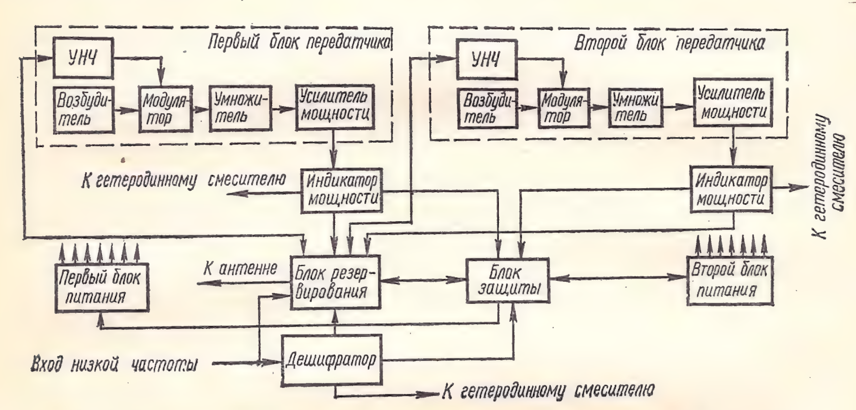


Рис. 47. Структурная схема передатчика радиостанции «Алтай ЛС-2».

26РТС-А2-ЧМ — абонентская симплексная стационарная;

27РТС-А2-ЧМ — абонентская дуплексная стационарная;

3РТС-Ц2-ЧМ — центральная симплексная стационарная (выпускается взамен радиостанции ЦРС-2);

4РТС-Ц2-ЧМ — центральная дуплексная стационарная (выпускается взамен радиостанции ЦРС-1).

Радиостанции 1РТМ-А2-ЧМ и 2РТМ-А2-ЧМ устанавливаются на различных подвижных объектах. Конструкция радиостанций позволяет использовать их для работы в условиях больших механических нагрузок, пыли, влаги.

Радиостанции состоят из приемопередатчика, пульта управления, аккумуляторного блока питания и антенно-согласующего устройства; выпускаются на один и три канала связи.

Радиостанции 26РТС-А2-ЧМ и 27РТС-А2-ЧМ устанавливаются на различных стационарных объектах. Блоки приемопередатчиков и пультов управления идентичны соответствующим блокам радиостанций 1РТМ-А2-ЧМ и 2РТМ-А2-ЧМ. Отличие заключается только в том, что в состав стационарных радиостанций входят сетевой блок питания и антенно-мачтовое устройство вместо аккумуляторного блока питания и антенно-согласующего устройства.

При помощи радиостанций 1РТМ-А2-ЧМ и 26РТС-А2-4М осуществляется: прямая радиосвязь с центральной радиостанцией 3РТС-Ц2-ЧМ; непосредственная радиосвязь между собою и с другими типами радиостанций того же диапазона частот, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 12252—66 (20РТП-2-ЧМ, 21РТН-2-ЧМ и др.); групповой вызов всех радиостанций данной сети (как абонентских, так и центральных) и прием группового вызова от любого абонента сети.

При помощи радиостанций 2РТМ-А2-ЧМ и 27РТС-А2-ЧМ осуществляются: прямая радиосвязь с центральной радиостанцией 4РТС-Ц2-ЧМ; выход радиоабонента в телефонную сеть АТС через диспетчера центральной радиостанции; прием избирательного или избирательно-группового вызова со стороны центральной станции; радиосвязь мобильных и стационарных абонентских радиостанций между собою путем ретрансляции через центральную станцию (в полудуплексном режиме); тональный вызов центральной станции.

Радиостанции 3РТС-Ц2-ЧМ и 4РТС-Ц2-ЧМ устанавливаются в различных стационарных помещениях и работают в качестве центральных [25]. Радиостанция 3РТС-Ц2-ЧМ состоит из стойки приемопередатчика, пульта управления и блока дистанционного управления, а радиостанция 4РТС-Ц2-ЧМ — из стойки приемопередатчика, аналогичной 3РТС-Ц2-ЧМ, стойки генераторного оборудования и пульта управления. Центральные радиостанции выпускаются только на один канал связи. Стойки приемопередатчиков могут быть установлены на расстоянии до 10 *км* от пульта управления.

При помощи радиостанции 3РТС-Ц2-ЧМ осуществляются: прямая радиосвязь с радиостанциями 1РТМ-А2-ЧМ и 26РТС-А2-ЧМ и с радиостанциями других типов, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 12252—66 (20РТП-2-ЧМ, 21РТН-2-ЧМ и др.); непосредственная радиосвязь с однотипными радиостанциями (3РТС-Ц2-ЧМ); групповой вызов всех радиостанций данной сети (как абонентских, так и центральных) и прием сигналов группового вызова от любого абонента радиосети.

При помощи радиостанции 4РТС-Ц2-ЧМ осуществляются: прямая радиосвязь с радиостанциями 2РТМ-А2-ЧМ и 27РТС-А2-ЧМ; выход оператора центральной станции непосредственно, а радиоабонента — через центральную станцию в телефонную сеть АТС; посылка избирательного или избирательно-группового вызова абонентским радиостанциям; прием тонального вызова со стороны абонентских радиостанций.

Радиостанции имеют вспомогательную микротелефонную трубку на стойке приемопередатчика, с помощью которой может вестись разговор с оператором, находящимся за пультом управления, а также с радиоабонентом после вызова его диспетчером.

В копмлект абонентской радиостанции входят: приемопередатчик, пульт управления, блок питания, антенное устройство с фидером, соединительные кабели, коробка с запасным имуществом и инструментом, крепежные захваты с амортизаторами (для мобильной радиостанции), комплект документации. В комплект центральной радиостанции входят: стойка центральная (и стойка генераторного оборудования — для дуплексного варианта), пульт управления, блок дистанционного управления (для симплексного варианта), антенно-мачтовое устройство, комплект документации.

Радиостанции серии «Пальма» предназначены для беспоисковой и бесподстроечной симплексной радиотелефонной связи в сетях с однотипными радиостанциями, а также с портативными и носимыми радиостанциями типа 61Р1 и 63Р1. Применяются в различных отраслях народного хозяйства [25].

Радиостанции серии «Пальма» выпускаются взамен радиостанций серии «Марс» и радиостанций 27Р1 («Уран»), работающих в диапазоне 148—174 *Мгц*, и имеют улучшенную конструкцию. В них предусмотрено дистанционное управление приемопередатчиком на расстоянии до 2 *км* с использованием телефонных пар городского кабеля; при этом осуществляется дистанционное переключение высокочастотных каналов связи.

Радиостанции серии «Пальма» выпускаются в различных вариантах и могут удовлетворять требованиям широкого круга потребителей (табл. 18).

Стационарные радиостанции выпускаются следующих типов:

56Р1 — с дистанционным управлением из одного пункта; с пульта управления, расположенного на расстоянии до 100 *м* от радиостанции;

56Р2 — с дистанционным управлением из двух пунктов; с пультов, расположенных на расстоянии до 100 *м* от радиостанции;

Технические характеристики

Характеристика	«Алтай АС-1»	«Алтай ЦС-1»	«Алтай ЛС-1»
Диапазон частот, *мгц*	150—174	150—174	150—174
Девиация частот, *кгц*	±5	±5	±5
Выходная мощность, *вт*: передатчика приемника	10 —	30 —	30 —
Чувствительность приемника, *мкв*	2	2	2
Дальность связи, *км*	25—35	25—35	25—35
Напряжение источника питания, *в*	12,6 (постоянного тока)	220 (50 *гц*)	220 (50 *гц*)
Потребляемая мощность (ток): при приеме при передаче	0,2 *а* (дежурный прием) 7,5 *а* (связь)	— 3 *квт*	— 1 *квт*
Габаритные размеры, *мм*	330×177×200 (приемопередатчик); 300×130×300 (пульт управления); 294×157×103 (блок питания)	—	320×1858×640 (каждая стойка)
Вес, *кг*	24	150 (каждая стойка)	150 (каждая стойка)
Наработка на отказ, *ч*	400	980 (передатчик); 740 (приемник)	900 (передатчик); 950 (приемник)
Антенна	Четвертьволновой штырь	Система четвертьволновых симметричных вибраторов	Возможно применение антенны «волновой канал»
Избирательность приемника по соседнему каналу, *дб*	—	—	—
Температура окружающего воздуха, ° С	—	—	—
Относительная влажность окружающего воздуха, %	—	—	—
ГОСТ, номер технических условий	ШИ1.101.000 ТУ	ШИ 2.014.019 ТУ (передатчик); ШИ 2.022.000 ТУ (приемник)	ШИ 201.006 ТУ (передатчик); ШИ 2.022.001 ТУ (приемник)

Примечания: 1. Диапазон частот передатчика радиостанции 13РТМ-А2-ЧМ 300—303 *мгц*, 13РТМ-А2-ЧМ 336—344 *мгц*, радиостанций 14РТС-Ц1-ЧМ и «Алтай ЛС-2» 300—308 *мгц*. 2. Ши и «Алтай-2» измерена при отношении сигнал/шум соответственно 14 и 20 *дб*. 4. Гарантийный

Таблица 16

радиостанций системы «Алтай»

«Алтай АС-2»	«Алтай ЦС-2»	«Алтай ЛС-2»
300—344	300—344	300—344
±5 (номинальная)	От ±5 до ±10%	От ±5 до ±10%
10 1	30 —	30 —
1,5	1,5	1,5
25—35	25—35	30—35
12,6±10% (постоянного тока)	220 (50 *гц*)	220 (50 *гц*)
0,2 *а* (дежурный прием) 10 *а* (связь)	3 *квт* —	1 *квт* —
350×230×183 (приемопередатчик); 300×300×130 (пульт управления); 315×110×165 (блок питания)	320×1858×640 (стойка передатчика); 320×1858×640 (стойка приемника); 522×150×1540 (вибратор); 500×1150×600 (блоки АФУ); 500×150×580 (распределительная коробка)	320×1858×640 (каждая стойка); 522×150×1540 (вибратор); 500×1150×600 (блоки АФУ); 500×150×580 (распределительная коробка)
42	150 (каждая стойка)	150 (каждая стойка)
600	740 (приемник); 980 (передатчик)	950 (приемник); 950 (передатчик)
Четвертьволновой вибратор	Полуволновой диполь	Полуволновой диполь
70	74	74
От —30 до +50	От +5 до +50	От +5 до +50
До 98	80	80
ГОСТ 12252—66, ШИ 1.101.002 ТУ	ГОСТ 12252—66, ШИ 2.014.035 ТУ (передатчик); ШИ 2.022.002 ТУ (приемник)	ШИ 2.022.003 ТУ (приемник); ШИ 0.201.010 ТУ (передатчик)

радиостанций 14РТС-Ц1-ЧМ и «Алтай ЛС-2» 336—344 *мгц*, приемника радиостанции рина спектра 16,8 *кгц*. 3. Чувствительность приемников радиостанций типа «Алтай-1» срок службы — один год. 5. С 1973 г. вместо «Алтай-2» выпускается «Алтай-3.».

Технические характеристики

Характеристика	«Гра	
	1РТМ-А2-ЧМ	2РТМ-А2-ЧМ
Род работы	Симплексный	Дуплексный
Напряжение источника питания, *в*	12,6 постоянного тока (аккумулятора)	12,6 постоянного тока (аккумулятора)
Потребляемая мощность (ток): при приеме при передаче	0,2 *а* 0,6 *а*	0,2 *а* 0,6 *а*
Габаритные размеры, *мм*	300 × 200 × 100	300 × 200 × 100
Вес, *кг*	5,5 (приемопередатчик); 3,3 (блок питания); 4 (пульт управления)	5,5 (приемопередатчик); 3,3 (блок питания); 4 (пульт управления)
Нестабильность несущей частоты передатчика	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$
Антенна	Стальной четвертьволновой штырь	Стальной четвертьволновой штырь
Выходная мощность: передатчика, *вт* приемника (соответственно на телефоне и громкоговорителе)	8—10 1 *мвт*; 0,5 *вт*	8—10 1 *мвт*; 0,5 *вт*
Наработка на отказ, *ч*	900	900
Температура окружающей среды, ° С	От —30 до +50	От —30 до +50
Относительная влажность окружающего воздуха, %	—	—

Примечания: 1. Диапазон частот 33—46 *Мгц*. 2. Модуляция — частотная. 3. Чувстви
4. Дальность связи 25—30 *км*. 5. Девиация частоты передатчика ±10 *кгц*. 6. Нестабиль
по соседнему каналу 70 *дб*. 8. Ослабление ложных сигналов приема 80 *дб*. 9. Ширина спектра

Таблица 17

радиостанций системы «Гранит»

нит АС»		«Гранит ЦС»	
26РТС-А2-ЧМ	27РТС-А2-ЧМ	3РТС-Ц2-ЧМ	4РТС-Ц2-ЧМ
Симплексный	Дуплексный	Симплексный	Дуплексный
127/220 (50 *гц*)	127/220 (50 *гц*)	127/220 (50 *гц*)	127/220 (50 *гц*)
0,6 + 1 *а*	0,6+1 *а*	100 *ва* 400 *ва*	100 *ва* 470 *вп*
300×200×100	300×200×100	550×140×1050	550×140×1050
5,5 (приемопередатчик); 3,3 (блок питания); 4 (пульт управления)	5,5 (приемопередатчик); 3,3 (блок питания); 4 (пульт управления)	150 (общий вес)	180 (общий вес)
$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$
Стальной четвертьволновой штырь	Стальной четвертьволновой штырь	Грозозащитная широкополостная антенна (устанавливается на мачте высотой до 15 *м*)	Грозозащитная широкополостная антенна (устанавливается на мачте высотой до 15 *м*)
8—10 1 *мвт*; 0,5 *вт*	8—10 1 *мвт*; 0,5 *вт*	30—50 1 *мвт*; 0,8 *вт*	30—50 1 *мвт*; 0,8 *вт*
900	900	500	600
От —30 до +50	От —30 до +50	От +5 до +40	От +5 до +40
—	—	80 (при 20° С)	80 (при 20° С)

тельность приемника при отношении сигнал/шум 20 *дб* 1,5 *мкв* (в режиме вызова 1 *мкв*). ность частоты гетеродина приемника $\pm 50 \cdot 10^{-6}$. 7. Избирательность приемника двухсигнальная 26,8 *кгц*. 10. Гарантийный срок службы — один год. 11. ГОСТ 12252—66.

Технические характеристики радиостанций серии «Пальма»,

Характеристика	«Пальма» (56Р1—56Р4)	«Пальма» (57Р1—57Р4)	«Ласточка»
Диапазон частот, *Мгц*	140—174	140—174	33—46
Число каналов связи	3	3	1
Модуляция	Фазовая	Фазовая	Частотная
Девиация частот, *кгц*	±10 (максимальная)	±10 (максимальная)	±5
Ширина спектра, *кгц*	26,8	26,8	16,8
Выходная мощность, *вт*: передатчика приемника	8 0,5 (на громкоговорителе)	8 0,5 (на громкоговорителе)	0,1 0,04
Чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум 20 *дб*, *мкв*	1	1	1
Дальность связи, *км*	20—40	20—40	1
Напряжение источника питания, *в*	127/220 ± 10% (50 *гц*)	12,6 (от +15 до —10%) постоянного тока	7,5 (шесть аккумуляторов ЦНК-0,45)
Потребляемая мощность (ток): при приеме при передаче	13 *вт* 120 *вт*	0,3 *а* 7,5 *а*	0,165 *вт* 0,52 *вт*
Габаритные размеры, *мм*	335×200×110 (приемопередатчик); 205×290×82 (пульт управления настольный); 216×205×55 (пульт управления мобильный); 220×150×105 (блок питания аккумуляторный); 295×200×120 (блок питания сетевой)		76×36×190
Вес, *кг*	32,3—41,8	22,8	0,9
Наработка на отказ, *ч*	1000	1000	1300
Тип антенны	Четвертьволновой симметричный вибратор или антенна типа «волновой канал»	Четвертьволновой несимметричный вибратор	Телескопическая
Избирательность приемника по соседнему каналу, *дб*	85 (односигнальная); 70 (двухсигнальная); 80 (трехсигнальная)	85 (односигнальная)	70
Температура окружающей среды, °С	От +5 до +40	От —30 до +50	От —20 до +50
Относительная влажность, %	80 (при 20° С)	95—98 (при 40° С)	80 (при 20° С)
Нестабильность частоты: для передатчика для приемников	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$ $\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$ $\pm 30 \cdot 10^{-6}$	— $\pm 50 \cdot 10^{-6}$
ГОСТ, номер технических условий	ЯЕ0.200.014 ТУ	ЯЕ0.200.014 ТУ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.073 ТУ
Временная оптовая цена, руб.	2000—275	1785—2100	275

Примечания: 1. Род работы — симплексный. 2. Гарантийный срок службы — один год.

Таблица 18

«Ласточка», «Тюльпан», «Сирена», «Стройка», «Кактус»

«Тюльпан»	«Сирена»	«Стройка»	«Кактус»
140—175	140—175	34,5—35	33—46
1	1	1	1
Частотная	Частотная	Амплитудная	Частотная
±5	±5	—	±5
16,8	16,8	—	16,8
0,1 0,04	0,1 0,04	0,7 0,1	0,1 0,04
1	1	5	1
1	4	1	4
7,5 (шесть аккумуляторов ЦНК-0,45)	12,5 (10 аккумуляторов ЦНК-0,85)	7,5 (шесть аккумуляторов ЦНК-0,45)	12,5 (10 аккумуляторов ЦНК-0,85)
0,18 *вт* 0,64 *вт*	0,375 *вт* 7,5 *вт*	0,34 *вт* 0,56 *вт*	0,19 *вт* 5,6 *вт*
74×36×203	100×56×176	34×72×165	100×55×175
1,0	1,8	0,7	1,6
1300	1100	—	1100
Штыревая	Штыревая	Телескопическая	Телескопическая
60	60	—	70
От —10 до +50	От —20 до +50	От —10 до +50	От —20 до +50
80 (при 20° С)	80 (при 20° С)	40—70 (при 20° С)	95 (при 30° С)
$\pm\overline{30} \cdot 10^{-6}$	$\pm\overline{30} \cdot 10^{-6}$	$\pm\overline{50} \cdot 10^{-6}$	$\pm\overline{50} \cdot 10^{-6}$
ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.075 ТУ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.090 ТУ	ШИ0.110. 001 ТУ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2. 000. 074 ТУ
280	840	735	320

56Р3 — с дистанционным управлением из одного пункта; с пульта, расположенного на расстоянии до 2 *км* от радиостанции;

56Р4 — с дистанционным управлением из двух пунктов; с пультов, расположенных на расстоянии до 2 *км* от радиостанции.

Мобильные радиостанции 57Р1, 57Р2 и 57Р3 предназначены для установки на легковых автомобилях; радиостанции 57Р4 устанавливаются на мотоциклах. Мобильные радиостанции 57Р1, 57Р2 и 57Р4 имеют дистанционное управление с одного пульта управления, а радиостанция 57Р3 — с двух пультов управления, расположенных на расстоянии до 30 *м* от радиостанции.

Каждая из радиостанций имеет отдельные (в схемном построении) приемник и передатчик, что позволяет изготовлять радиостанции для одно- или двухчастотной симплексной работы. Радиостанции имеют групповой избирательный вызов на три вызывные тональные частоты. Их блоки выполнены брызгозащищенными, ударопрочными и виброустойчивыми в широком интервале частот и ускорений.

Все радиостанции серии «Пальма» выполнены на полупроводниковых приборах (кроме оконечных каскадов усилителя мощности передатчика) и функциональных элементах. Частоты гетеродинов приемника и возбудителей передатчика стабилизированы кварцами. Радиостанции снабжены регулируемым шумоподавительным устройством.

Пульты управления позволяют осуществлять дистанционно следующие операции: включение и выключение радиостанции; переход из режима дежурного приема в режим приема путем снятия микротелефонной трубки с держателя; переход в режим передачи путем нажатия тангенты микротелефонной трубки или кнопки тонального вызова; переключение высокочастотных каналов; переключение тональных каналов (прием и передача избирательного группового тонального вызова); регулировку громкости в режиме приема; выключение шумоподавителя.

Аппаратура «Пальма» защищена от переполюсовки источника питания. Конструктивно радиостанции выполнены в виде отдельных функционально законченных блоков.

Радиостанции 58Р1 («Кактус», 21РТН-2-ЧМ), 60Р1 («Ласточка», 20РТП-2-ЧМ), 61Р1 («Тюльпан», 22РТП-2-ЧМ), 63Р1 («Сирена», 23РТН-2-ЧМ) предназначены для организации двусторонней радиотелефонной связи с однотипными радиостанциями, а также с комплексом радиостанций, работающих в диапазонах частот 33—46 или 140—175 *Мгц*. Применяются в различных отраслях народного хозяйства [2, 25]. Радиостанции различаются между собой диапазонами частот, выходной мощностью передатчика и конструктивным исполнением (табл. 18). По конструктивному исполнению радиостанции подразделяются на носимые (58Р1 и 63Р1) и портативные (60Р1 и 61Р1).

Радиостанции 58Р1 и 60Р1 выпускаются взамен радиостанций 24Р1, 04Р1 («Чиж»), а 61Р1 и 63Р1 — взамен 27Р1 («Уран»). В отличие от прежних новые радиостанции выполнены полностью на полупроводниковых приборах, имеют меньшие габаритные размеры и вес, могут обслуживаться неквалифицированным персоналом.

Передатчики радиостанций могут работать в двух режимах: в режиме «прием — передача» и в режиме тонального вызова.

Все радиостанции имеют независимые в схемном построении приемник и передатчик, что позволяет изготовить радиостанцию для работы одно- или двухчастотным симплексом. Стабилизация частоты кварцевая. Для получения частотной модуляции применен способ непосредственного управления кварцем по частоте.

Конструктивно каждая из радиостанций выполнена в виде приемопередатчика и манипулятора, с которого можно осуществлять дистанционное управление. Это позволяет располагать радиостанцию сверху или под одеждой оператора таким образом, чтобы она не мешала его основной работе и была бы защищена от ударов, прямого действия осадков и солнца. В манипулятор встроен обратимый микрофон-телефон. Приемопередатчики радиостанций состоят из функциональных

элементов, укрепленных на алюминиевом основании; помещены в пластмассовые корпуса, к которым крепятся с помощью штыковых разъемов батареи питания.

В комплект каждой радиостанции входят: приемопередатчик с аккумуляторным блоком питания, манипулятор, антенна, два запасных аккумуляторных блока питания, комплект технической документации. С радиостанцией 61Р1, кроме того, поставляется: сумка для переноски радиостанции, манипулятор и антенна (запасные). По особому заказу к радиостанциям 58Р1, 60Р1, 61Р1 и 63Р1 может поставляться: блок питания от сети переменного тока напряжением 127/220 *в* частотой 50 *гц*; комплект зарядного устройства для аккумуляторов.

Радиостанция «Стройка» предназначена для организации беспоисковой и бесподстроечной симплексной радиотелефонной связи с однотипными радиостанциями на стройках, в портах, в системе аэродромного обслуживания, при монтаже линии электропередачи [25].

Радиостанция обеспечивает симплексную радиотелефонную связь на одной из фиксированных частот в диапазоне 34,5—35 *Мгц* и двусторонний вызов тональной частотой (табл. 18).

Переключение радиостанции с приема на передачу осуществляется с помощью клавиши, которая коммутирует каскады, работающие только на прием или на передачу. В качестве модулятора используется общий для приемника и передатчика тракт низкой частоты. В режиме передачи динамический громкоговоритель используется в качестве микрофона. Тональный вызов абонента осуществляется с помощью специальной кнопки. Генератором тонального вызова служит усилитель низкой частоты, который возбуждается при переходе в этот режим работы.

Конструктивно радиостанция выполнена в виде приемно-передающего блока со сменным блоком питания, которые размещены в легком металлическом литом корпусе. Приемопередатчик состоит из отдельных функциональных блоков, каждый из которых выполнен на печатной плате и помещен в алюминиевый экран. Все блоки радиостанции выполнены на полупроводниковых приборах и размещены на общей печатной плате.

В комплект радиостанции входят: два приемопередатчика с телескопической антенной и кассетой питания, два микротелефона ТМ-2, зарядное устройство, две сумки с ремнем, две запасные кассеты питания, один комплект технической документации.

Радиостанция «Волна» (АПС-1120) предназначена для односторонней связи сигналиста с машинистом мостового крана в цехах металлургических заводов, а также с машинистами башенных и портальных кранов на строительстве и погрузочно-разгрузочных работах [26]. Радиостанция состоит из приемника, устанавливаемого на кране, и портативного передатчика сигналиста.

Аппаратура обеспечивает связь на расстоянии до 150 *м* в условиях закрытых цехов, а на открытых стройплощадках — до 500 *м*. Она работает на УКВ на фиксированной частоте одного из шести каналов в диапазоне частот 34,9—35 *Мгц*.

Радиостанция «Волна» по условиям эксплуатации работает при температуре окружающей среды от —30 до +30° С, относительной влажности до 95% и колебании напряжения питающей сети и аккумуляторной батареи ±10% от номинального.

Технические характеристики

Модуляция	Амплитудная
Стабилизация частоты передатчика и приемника	Кварцевая
Время непрерывной работы на передачу, *ч*	До 5
Напряжения питания, *в*	127/220/380 (частота 50 *гц*)
Габаритные размеры, *мм*:	
передатчика	155×90×35
приемника	390×228×350
Вес, *кг*:	
передатчика	0,8
приемника	23

Аппаратура разработана конструкторским бюро «Цветметавтоматика» Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения СССР. Изготовитель — Северо-Кавказский филиал КБ «Цветметавтоматики».

Радиостанция внедрена трестом «Оргсельстрой» на строительных элеваторных площадках Оренбургского СМУ треста «Центроэлеваторстрой».

Радиостанция 6РТ-2-ОМ («Карат») предназначена для организации симплексной радиотелефонной связи в различных отраслях народного хозяйства (в геологической службе, в сельском хозяйстве, в лесной промышленности и др.) [25]. Радиостанция создана для работы в полевых условиях и может обслуживаться неквалифицированным персоналом. Может быть использована для связи в общей сети с радиостанциями «Недра-П», РСО-5, РСО-30, РТС-1 и т. п.

Носимая однополосная радиостанция «Карат» выпускается сериями. Каждая серия работает на одной фиксированной частоте в диапазоне 1,6—2,85 *Мгц* (табл. 19).

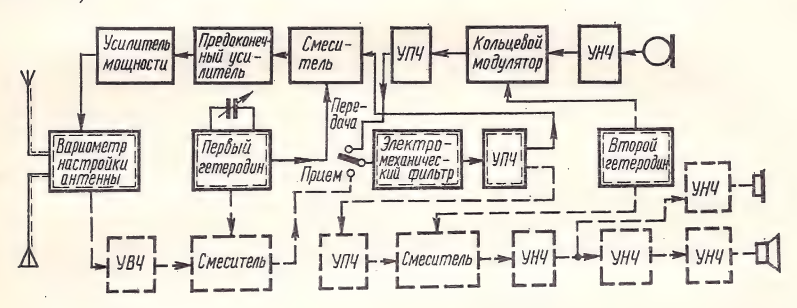


Рис. 48. Структурная схема радиостанции РТС-1.

Приемопередатчик работает на верхней боковой полосе частот и выполнен полностью на полупроводниковых приборах по трансиверной схеме (первый и второй гетеродины, один каскад усилителя промежуточной частоты и один каскад усилителя низкой частоты являются общими для приема и передачи). Переключение радиостанций с приема на передачу осуществляется с помощью двух дистанционных переключателей, управляемых кнопкой, расположенной на манипуляторе. Конструктивно приемопередатчик выполнен в виде единого общего блока, помещенного в металлический корпус прямоугольной формы.

В комплект радиостанции входят: приемопередатчик с манипулятором и кассетой питания; антенны «штырь» высотой 1,8 *м* и «наклонный луч» с противовесом; колодка питания от внешнего источника; восемь батарей «Марс», сумка для переноски станции, чехол для водозащиты, комплект технической документации и рабочий комплект полупроводниковых приборов. Полный комплект радиостанции размещается в сумке, имеющей ремень для переноски.

Радиостанция РТС-1 (радиотелефон сельский) предназначена для организации бесподстроечной симплексной радиотелефонной связи в различных отраслях народного хозяйства (в сельском хозяйстве, геологической службе, на строительстве, железнодорожном транспорте и др.) [25]. Радиостанция создана для длительной работы в стационарных условиях и может обслуживаться неквалифицированным персоналом.

Стационарная однополосная радиостанция РТС-1 является настольным вариантом радиостанции «Недра-П». Выпускается сериями. Каждая серия станций работает на одной фиксированной частоте в диапазоне 1,6—2 *Мгц*; позволяет вести громкоговорящий прием (табл. 19).

Радиостанция состоит из двух основных блоков: приемопередатчика и блока питания к нему.

Приемопередатчик (рис. 48) работает на верхней боковой полосе частот, выполнен полностью на полупроводниковых приборах по трансиверной схеме (первый и второй гетеродины и один каскад усилителя промежуточной частоты являются общими для приема и передачи). Приемопередатчик выполнен в виде настольного телефонного аппарата. Для защиты от внешних электромагнитных полей его корпус, выполненный из пластмассы, металлизирован изнутри. Блок питания помещен в корпус в виде чемодана.

В комплект радиостанции входит: приемопередатчик с микротелефонной трубкой, антенна «наклонный луч» с противовесом, стабилизированный сетевой блок питания, отвертка, комплект эксплуатационно-сопроводительной документации и рабочий комплект полупроводниковых приборов.

Радиостанция 29РТ-5-2-ОМ («Алмаз») предназначена для беспоисковой симплексной радиотелефонной и радиотелеграфной связи в различных отраслях народного хозяйства [25]. Выпускается вместо снятой с производства радиостанции типа РПМС. В отличие от радиостанции РПМС (собрана на радиолампах), радиостанция «Алмаз» собрана полностью на полупроводниковых приборах, обеспечивает работу в режиме однополосной модуляции, в диапазоне 1,6—6 *Мгц*, имеет меньшие габарит и вес (табл. 19).

Приемопередатчик состоит из следующих основных блоков: согласующего устройства, блока УВЧ, блока приемника, блока передатчика, генератора плавного диапазона, блока калибратора и блока питания. Для формирования однополосного сигнала в передатчике и демодуляции сигналов АМ, ОМ и АТ в приемнике используются электромеханические фильтры. Генератор плавного диапазона работает на частотах 12,1—16,5 *Мгц*.

В блок питания входят преобразователь напряжения на 30 и 20 *в*, осуществляющий питание предоконечного и оконечного усилителей мощности передатчика, и преобразователь напряжения на 20 *в* для питания термокомпенсирующей цепочки опорного кварцевого генератора.

Приемопередатчик имеет блочную конструкцию. Все блоки выполнены в виде кассет, которые крепятся к несущей панели. Элементы электрической схемы всех блоков расположены на печатных платах с применением вертикального монтажа.

Радиостанция изготовлена в виде ранца, разделенного на три отсека: первый— для хранения гарнитуры, антенны и телеграфного ключа; второй — для приемопередатчика; третий — для аккумуляторной батареи. В комплект радиостанции входят: приемопередатчик; микротелефонная гарнитура; телеграфный ключ; антенны — штыревая высотой 1,5 *м*, «наклонный луч» с противовесом, мачта — опора высотой 11 *м*; выносное согласующее устройство; источник питания (четыре батареи аккумуляторов 2КНП-20); комплект запасного имущества и инструмента; брезентовый чехол; комплект технической документации и рабочий комплект полупроводниковых приборов.

Радиостанция 30РТ-5-2-ОМ («Гроза») предназначена для организации симплексной телефонной и телеграфной радиосвязи в сельском хозяйстве районов Крайнего Севера и в других отраслях народного хозяйства [25]. Выпускается вместо радиостанции РСО-5 («Олень»); изготовляется в двух вариантах: переносном и стационарном (табл. 19).

Однополосная радиостанция 30РТ-5-2-ОМ обеспечивает симплексную радиосвязь на любой из четырех фиксированных частот в диапазоне 1,6—8 *Мгц*.

Приемопередатчик состоит из следующих основных блоков: согласующего устройства, УВЧ, блока кварцевых генераторов, блока низкой частоты, блока промежуточной частоты, блока усилителя мощности, барабанного переключателя и блока питания. Аппаратура выполнена полностью на полупроводниковых приборах и с применением печатного монтажа. Приемопередатчик имеет водозащищенное исполнение; на передней панели его расположены все органы управления и коммутации. Основные узлы приемопередатчика смонтированы на печатных платах с применением вертикальной установки элементов.

Конструктивно радиостанция выполнена в виде отдельных блоков, соединяемых с помощью соединительных шлангов. В комплект радиостанции входят:

Технические характеристики

Характеристика	«Карат»	РТС-1	«Алмаз»
Число каналов связи	1	1	8
Выходная мощность: передатчика приемника	0,5 *вт* Не менее 50 *мвт*	0,4 *вт* 0,2 *вт*	1—2 *вт* при АМ; 3—5 *вт* при ОМ и АТ (пиковая) 10 *мвт*
Чувствительность приемника, *мкв*	3	2	6 при АМ и АТ; 3 при ОМ; 2 при АТ с узкой полосой
Дальность связи, *км*	30—50	Не менее 30	От десятков до сотен километров
Напряжение источника питания, *в*	12 постоянного тока	12 постоянного тока или 127/220 (50 *гц*)	10 или 12,6 постоянного тока
Год работы	Симплексный	Симплексный	Симплексный
Потребляемая мощность, *вт*: прием передача	 0,6 2,5	 0,9 2,8	 Не более 3,5 25—36
Габаритные размеры, *мм*	98×39×232 (без сумки и кассеты питания)	230×240×140 (приемопередатчик)	325×395×130
Вес, *кг*	3,5(1,1 — приемопередатчик с манипулятором)	4,8 (с блоком питания); 1,8 (блок питания)	До 18
Наработка на отказ, *ч*	1000	1000	600
Гарантийный срок службы, мес.	12	14	12
Избирательность приемника, *дб*	Не менее: 50 — по соседнему каналу; 60 — по зеркальным и ложным каналам приема	50 — по соседнему каналу; 60 — по зеркальному	50 — по соседнему каналу; 60 — по ложным каналам приема
Температура окружающей среды, °С	От −10 до +50	От −20 до +40	От −30 до +50
Относительная влажность, %	70	До 80	До 98
Нестабильность частоты для передатчика	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$	+300 *гц* (максимальный уход в течение 30 *мин*)
ГОСТ, технические условия	ГОСТ 13260—67, ШИ2.000.142 ТУ	ИГ2.000.005 ТУ	ГОСТ 13260—67, ШИ0.120.003 ТУ

Таблица 19

радиостанций СВ и КВ диапазонов

«Гроза»	«Родник»	«Полоса»
4	4	1
3 *вт* (пиковая) 10 *мвт*	300 *вт* (пиковая во всех режимах работы) —	30—80 *вт* —
3	Не хуже 3	3
До 600	До 1000	300
10 или 12,6 постоянного тока	12 или 24 постоянного тока, 127/220 (50 *гц*)	127/220 (50 *гц*) и 24 (аккумуляторная батарея)
Симплексный	Симплексный и дуплексный	Симплексный и дуплексный
1—30 32—90	— 1,5 *квт*	50 200
310×230×130 (приемопередатчик); 310×150×130 (генератор ГИП-5 в чехле); 310××230×135 (приставка сетевая); 190×190×560 (имущество антенное в чехле)	655×475×1450 (передатчик); 407×350×240 (приемник); 407×305×242 (блок избирательного вызова)	403×420×396 (передатчик); 357×230×173 (приемник)
16	220	5
Не менее 1000	—	230 (при 60°С), 270 (при 20° С)
12	12	12
50 — по соседнему каналу; 60 — по ложным каналам приема	60 — по соседнему и зеркальному каналам	—
От —30 до +50	От +15 до +25	—
До 95	Не более 80	—
Не более $\pm 90\times10^{-6}$ ±500 *гц*, стабилизация кварцевая	Уход частоты ±50 *гц*, стабилизация кварцевая	—
ГОСТ 13260—67, ШИ0.110.003 ТУ	ГОСТ 13260—67, ИТ1.200.002 ТУ	СТУ 4859—65

приемопередатчик; микротелефонная гарнитура; чехол малый с ремнями для переноски и боковым карманом, в котором размещаются ключ телеграфный, антенна штыревая высотой 2 *м*, антенна «наклонный луч» с противовесом; чехол с запасным имуществом; генератор ГИП-5 в чехле. В комплект радиостанции стационарного варианта дополнительно включается приставка для питания от сети переменного тока напряжением 127 и 220 *в*, частотой 50 *гц*.

Радиостанция 5РТ-300-2-ОМ («Родник») предназначена для организации беспоисковой и бесподстроечной симплексной и дуплексной телефонно-телеграфной радиосвязи на крупных промышленных и сельскохозяйственных объектах, занимающих территории со значительной протяженностью [25].

Радиостанция (рис. 49) состоит из отдельных устройств: передатчика с блоком питания, приемника с универсальным блоком питания и блока избирательного вызова с универсальным источником питания. Радиостанция не является модификацией какой-либо из ранее существующих станций. Она разработана вновь. Работает в режиме однополосной модуляции с подавленной несущей частотой в передатчике и независимым восстановлением несущей частоты в приемнике; передача амплитудно-модулированного сигнала используется как резервный род работы.

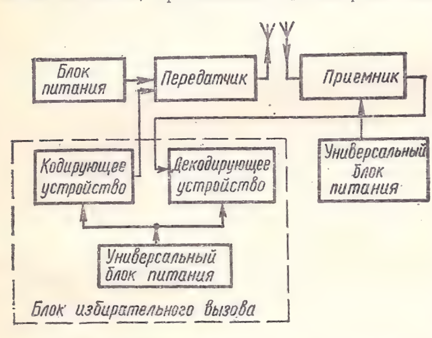


Рис. 49. Структурная схема радиостанции «Родник» 5РТ-300-2-ОМ.

Радиостанция «Родник» работает на одной из четырех фиксированных частот, расположенных в диапазоне 2—12 *Мгц*, обеспечивает автоматический вызов любого из 12 абонентов (табл. 19). Предусмотрена возможность подключения к передатчику стандартного телефонного канала по двухпроводной линии сопротивлением 600 *ом* для ретрансляции сигналов проводной связи.

В основу построения кодирующего устройства положен принцип импульсного частотного кодирования команд. Команда избирательного вызова состоит из двух импульсов напряжений тональной частоты, следующих один за другим без паузы. Тональная частота каждого импульса представляет собой смесь двух тонов: одной из четырех командных частот и вспомогательной частоты. Используя различные комбинации этих частот и меняя порядок их следования, можно получить до 12 команд соответственно количеству абонентов, обслуживаемых системой избирательного вызова.

Конструктивно радиостанция выполнена в виде отдельных функционально-законченных устройств: передатчика, приемника, блока избирательного вызова, блоков питания передатчика и приемника. Передатчик оформлен в виде одной напольной стойки с размещенными в ней блоками: возбудителя; усилителя мощности; управления, блокировки и сигнализации; питания. Приемник и блок избирательного вызова оформлены в виде автономного устройства с самостоятельными универсальными блоками питания; выполнены в настольном варианте. Универсальный блок питания обеспечивает питание приемника как от сети переменного тока напряжением 127/220 *в*, частотой 50 *гц*, так и от аккумуляторной батареи напряжением 24 *в*. Универсальный блок питания блока избирательного вызова рассчитан как на питание от сети переменного тока напряжением 127/220 *в*, частотой 50 *гц*, так и от аккумуляторной батареи напряжением 12 *в*.

В комплект радиостанции входит: передатчик; комплект принадлежностей к передатчику; приемник; комплект принадлежностей к приемнику; аккумуляторная батарея напряжением 24 *в*, емкостью 60 *а·ч*; блок избирательного вызова; зарядный агрегат АБ-1П-30; комплект запасного имущества, инструмента и приборов; комплект технической документации.

Радиостанция РСО-30 («Полоса») предназначена для организации симплексной или дуплексной телефонной и телеграфной радиосвязи, а также ретрансляции сигналов проводной связи на одной из четырех фиксированных частот в диапазоне 0,3—0,6 и 1—8 *Мгц* [25]. Предусмотрена возможность передачи несущей частоты 100%-ной мощностью и резервный вид работы телефоном в режиме АМ пониженной мощностью (табл. 19).

Конструктивно радиостанция выполнена в виде передатчика и приемника с универсальными блоками питания. Передатчик работает в режиме однополосной модуляции с подавленной несущей частотой и состоит из следующих блоков: блока формирования однополосного сигнала, включающего в себя кварцевый генератор, балансный смеситель, $УПЧ_1$ с электромеханическим фильтром, $УПЧ_2$, диапазонный кварцевый генератор с буферным каскадом и диапазонный смеситель; буферного каскада; усилителя мощности; антенного контура; универсального блока питания.

Приемник — супергетеродинного типа, с фиксированной настройкой на рабочие частоты и с независимым восстановлением несущей частоты. Схема приемника включает в себя: входные цепи, каскад УВЧ, диапазонный кварцевый генератор, буферный каскад генератора, диапазонный смеситель с электромеханическим фильтром, УПЧ, однополосный детектор; кварцевый генератор (второй гетеродин), УНЧ и универсальный блок питания. Приемник может работать в телефонном и телеграфном режимах. Имеется система АРУ, которая при переходе в телеграфный режим должна быть выключена.

Передатчик представляет собой блок, смонтированный на горизонтальном шасси с прикрепленной к нему панелью, на которую выведены органы управления. Блок питания передатчика имеет такую же конструкцию. Приемник смонтирован на специальном шасси с прикрепленной к нему вертикальной панелью. Органы управления приемником выведены на лицевую панель. Блок питания приемника смонтирован на П-образном шасси с приваренным к нему вертикальным экраном.

Радиостанция РСО-30 выпускается взамен радиостанции РС-25.

Технические характеристики некоторых станций СВ и КВ диапазонов (**судовых радиостанций, зарубежных радиотелефонных станций и отечественных радиостанций, снятых с производства**) приведены в табл. 20—22.

Аппаратура малоканальных радиорелейных линий связи

Радиорелейная станция РРС-1М (Р-401М) предназначена для организации связи между пунктами управления и для ответвления каналов от тяжелых многоканальных радиорелейных станций [23]. Станция работает в метровом диапазоне волн. Обеспечивает одновременную дуплексную работу по двум телефонным и двум телеграфным каналам (табл. 23). Телеграфные каналы рассчитаны на однополосную работу с аппаратами СТ-2М и на двухполосную работу с аппаратами Бодо.

Каждый телефонный канал может быть включен по двух- или четырехпроводной системе, т. е. без разделения приема и передачи по каналу и с разделением. Первый телефонный канал допускает вторичное уплотнение с помощью аппаратуры уплотнения проводной связи. На малых дальностях станция допускает внешнее уплотнение радиоканала; при этом сохраняется связь по первому телефонному каналу.

На любой промежуточной станции радиорелейной линии, при работе от собственного уплотняющего устройства, возможно ответвление любого канала. Ретрансляция остальных каналов производится по низкой (тональной и надтональной) частоте. При уплотнении аппаратурой проводной связи возможно ответвление только первого телефонного канала.

Технические характеристики судовых

Характеристика	РТ-50 («Медуза»)
Диапазон частот, *Мгц*	1,6—3,8
Число фиксированных частот	12
Выходная мощность передатчика, *вт*	30 на частоте 500 *кгц*; 45 на частоте 2182 *кгц*; 40 на остальных частотах
Чувствительность приемника, *мкв*	10
Дальность связи, миль	200—250
Напряжение источников питания	24, 110 или 220 *в* постоянного тока или 127/220 *в*, 50 *гц*
Потребляемая мощность, *вт*: прием передача	 60 600—800
Вес, *кг*	147
Наработка на отказ, *ч*	530
Относительная влажность, %	До 98
Температура окружающей среды, °C	От —10 до +50

Примечания: 1. Модуляция — амплитудная. 2. Род работы — симплексный и дуплек

Таблица 20

радиостанций СВ и КВ диапазонов

«Линда-М»	«Иртыш»
1,5—12	1,5—24
10	18 (в передатчике), 10 (в приемнике)
40 при 100%-ной мощности; 10 при 25%-ной мощности (во всех режимах)	50—60 в телефонном режиме; 25—80 в телеграфном режиме
7	7
—	—
27 *в* постоянного тока или 127/220 *в*, 50 *гц*	27, 110 или 220 *в* постоянного тока или 127/220 *в*, 50 *гц*
100 270 (при 27 *в*); 700 (при 127/220 *в*)	100 1800—2100
45 или 75	48 (передатчика); 14 (приемника)
300 (приемника); 280 (передатчика)	300 (передатчика — ориентировочно)
96	98
От —40 до +50	От —40 до +60

сный

Технические характеристики зарубежных

Тип, модель		Страна-изготовитель	Диапазон частот, *мгц*	Радиус действия, *км*	Вид модуляции
УКВ радиосеть диспетчера магистральной линии «Телматик»	ГМ-10-41ДГС	ВНР	33—35; 44—46	—	ЧМ
	ГМ-10-41МС		33—35; 44—46	—	ЧМ
	ГМ-101-41ДГС		105,97—106,53; 137,47—140,53	—	ЧМ
	ГМ-10-141ДМС		105,97—106,53; 137,47—140,53	—	ЧМ
Транзисторный радиотелефон АМ типа 27 «Эхо» (фирма Варель)		ПНР	26,98—27,28 (частоты стабилизируются кварцем)	3,5	АМ
Радиотелефон РТ-21-10		НРБ	46,275—17,4 (частоты стабилизируются кварцем)	—	ФМ
Автоматические радиотелефоны: АТРТ-0,5С АТРТ-0,5Д			Около 0,1	—	АМ
УКВ радиотелефон АМ-01-27		ВНР	26,95—27,25	1—3 (в черте города); 10—15 (на ровной местности)	АМ

Таблица 21

радиотелефонных станций КВ и СВ диапазонов

Габаритные размеры, *мм*	Чувствительность приемника, *мкв/м*	Вес, *кг*	Вид антенны	Род работы	Число каналов	Напряжение питания, *в*
280×470×140 (станция 800×460×740)	—	6,3 (станция ЦРС-46)	Антенны выбираются из специально разработанного комплекса антенн	Дуплексный	3	12,6 (аккумуляторы)
280×320×115 (станция 800×460×740)	—	6,3 (станция ЦРС-46)		Полудуплексный	3	12,6 (аккумуляторы)
280×470×140 (станция 800×460×740)	—	6,3 (станция ЦРС-46)		Дуплексный	2	12,6 (аккумуляторы)
280×320×115 (станция 550×400×520)	—	6,3 (станция ЦРС-45)		Дуплексный	2	12,6 (аккумуляторы)
185×85×36	Более 10	0,64	Телескопическая длиной 1,4	Симплексный	1	Батареи Р6—1,5 *в* (8 шт.) или аккумуляторы 0,225—1,2 *в* (10 шт.)
312×297×8	8,8	7	Телескопическая	Симплексный	10	—
160×87×45 200×87×45	2	1,0 1,3	Телескопическая	Симплексный Дуплексный	6	—
208×74×47	2	0,85	Телескопическая, длиной 1,3 *м*	Симплексный	1 (имеет резервный конец)	8×1,5 *в* (батареи) или 12 *в* (аккумуляторы)

Технические характеристики снятых с производства

Характеристика	ЦРС-4	АРС-4	04Р1 и 24Р1 («Чиж»)
Номер технических условий	ТУ 250—59	ТУ 249—59	ЯЕ0.200.000 ТУ
Назначение	Организация беспоисковой и бесподстроечной симплексной радиотелефонной связи между диспетчерским пунктом, оборудованным радиостанцией ЦРС-4, и автомобильными радиостанциями АРС-4		Организация беспоисковой и бесподстроечной симплексной радиотелефонной связи по радиолинии или в сети из нескольких радиостанций на крупном строительстве, транспорте и в сельском хозяйстве
Конструктивное исполнение станции	Стационарная	Мобильная (устанавливается на автомобиле)	Носимая
Диапазон частот, *Мгц*	36—46	36—46	33—46
Число каналов связи	1	1	1
Модуляция	Частотная	Частотная	Частотная
Род работы	Дуплексный	Симплексный	Симплексный
Выходная мощность передатчика, *вт*	60	8	0,3
Чувствительность приемника при отношении сигнал/шум 10 *дб*, *мкв*	2	2	2
Дальность связи, *км*	20—25	20—25	2
Напряжение источника питания	220 *в*, 50 *гц*	12,6 *в* постоянного тока	2,4 *в* постоянного тока
Потребляемая мощность (ток): прием передача	— —	3,6 *а* 8 *а*	0,8 *а* 2 *а*

Таблица 22

отечественных радиостанций СВ и КВ диапазонов

09Р1 и 40Р1 («Дистанция»)	08Р1 и 10Р1 («Шахтер»)	РТШ-С («Шахтер»)	РТШ-Н («Шахтер»)
ЯЕ0.200 004 ТУ	ЯЕ0.200.003 ТУ	ШИ1.200.010 ТУ	ШИ1.200.011 ТУ
Организация беспоисковой радиотелефонной связи в металлургической, горнорудной промышленности и в других областях народного хозяйства		Организация беспоисковой и бесподстроечной дуплексной радиотелефонной связи в процессе проходки шахтного ствола при периодических работах, требующих ведения постоянной связи	
09Р1—мобильная (устанавливается на кранах), 40Р1—стационарная	Мобильные (устанавливаются на подвижных объектах)	Стационарная	Носимая
33—46	33—46	158—162,6	158—162,6
1	1	1	1
Частотная	Частотная	Частотная	Частотная
Симплексный	Симплексный	Дуплексный	Дуплексный
4	4	1	0,1
1,5	1,5	2	2
10—15 (с 08Р1 и 10Р1); 20—30 (между 09Р1 и 40Р1)	10—15 (с 09Р1 и 40Р1); 8 (между 08Р1 и 10Р1)	0,6—1	0,6—1
127 или 220 *в*, 50 *гц*	12 *в* постоянного тока	127 или 220 *в*, 50 *гц*; 25 *в* постоянного тока	1,5 и 70 *в* постоянного тока
— 200 *вт*	1,5 *в* 7 *а*	— 100 *вт*	— 40 *вт*

Характеристика	ЦРС-4	АРС-4	04Р1 и 24Р1 («Чиж»)
Габаритные размеры, *мм*	591×1026×385 (приемопередатчика); 468×225×232,5 (пульта управления)	400×240×350 (приемопередатчика); 245×230×255 (пульта управления)	206×178×136
Вес, *кг*	305	31	3,8
Наработка на отказ, *ч*	—	—	—
Гарантийный срок службы, мес.	12	12	6
Оптовая цена, руб.	1140	340	500

Характеристика	42Р1 «Марс»)	33Р1 и 44Р1 («Марс»)
Номер технических условий	ЯЕ 2.000.036ТУ	ЯЕ2.000.036 ТУ
Назначение	Организация беспоисковой бесподстроечной симплексной между центральными диспетчерскими пунктами и подвиж и переносными радиостанциями в различных отраслях на	
Конструктивное исполнение станции	Стационарная	Мобильные (33Р1 устанавливается на автомашине, 44Р1—мотоцикле)
Диапазон частот, *Мгц*	33—46	33—46
Число каналов связи	1	1
Модуляция	Частотная	Частотная
Род работы	Симплексный	Симплексный

Продолжение табл. 22

09Р1 и 40Р1 («Дистанция»)	08Р1 и 10Р1 («Шахтер»)	РТШ-С («Шахтер»)	РТШ-Н («Шахтер»)
300×105×330 (универсального блока приемопередатчика)		435×335×275 (приемопередатчика)	360×238×142 (приемопередатчика)
105 (для 09Р1) и 115 (для 40Р1)	35 (для 08Р1) и 75 (для 10Р1)	55,4 (приемопередатчика — 20)	10,5
—	—	540 («Дежурный прием»), 440 («Связь»)	1011 («Дежурный прием»), 780 («Связь»)
9	9	До 18	До 18
1240	805 (для 08Р1); 910 (для 10Р1)	1406	673

43Р3 («Марс»)	28Р3 и 30Р3 («Марс»)	27Р1 («Уран»)
ЯЕ2.000.038 ТУ	ЯЕ0.200.006 ТУ	ЯЕ2.000.019 ТУ
радиотелефонной связи между стационарными абонентами, ными объектами, а также между диспетчерскими пунктами родного хозяйства		Организация беспоисковой и бесподстроечной симплексной радиотелефонной связи с однотипными радиостанциями или с радиостанциями типа 28Р3, 30Р3, 43Р3
Стационарная	Мобильные (28Р3 устанавливается на автомашине, 30Р3— на мотоцикле)	Носимая
148—174	148—174	148—174
3	3	2
Частотная	Частотная	Частотная
Симплексный	Симплексный	Симплексный

Характеристика	42Р1 («Марс»)	33Р1 и 44Р1 («Марс»)
Выходная мощность передатчика, *вт*	5	5
Чувствительность приемника при отношении сигнал/шум 14 *дб*, *мкв*	1,5	1,5
Дальность связи, *км*	15—20	6—20
Напряжение источника питания	127 или 220 *в*, 50 *гц*	12 *в* постоянного тока
Потребляемая мощность (ток): прием передача	 90 *вт* 120 *вт*	 1,1 *а* 6 *а*
Габаритные размеры, *мм*		300×105×330 (универсального
Вес, *кг*	45	17 (для 33Р1); 25 (для 44Р1)
Гарантийный срок службы, мес.	6	6
Временная оптовая цена, руб.	1000	810 (для 33Р1); 870 (для 44Р1

Продолжение табл. 22

43Р3 («Марс»)	28Р3 и 30Р3 («Марс»)	27Р1 («Уран»)
4	4	0,4
1,5	1,5	1,8
15—20	6—20	3
127 или 220 *в*, 50 *гц*	12 *в* постоянного тока	3 *в* постоянного тока
90 *вт* 120 *вт*	1,1 *а* 6 *а*	1 *а* 2,7 *а*
блока приемопередатчика)		264×158×77
65	17 (для 28Р3); 25 (для 30Р3)	4,4
6	8	8
1000	810 (для 28Р3); 870 (для 30Р3)	525

Таблица 23

Основные технические характеристики аппаратуры малоканальных (внутриобластных) радиорелейных линий связи

Основные данные	РРС-1М	РРС-1МС	«Контейнер»
Количество дуплексных высокочастотных стволов связи	1	1	12
Число каналов (емкость ствола): телефонных	2	2	6 резервируемых или 12 нерезервируемых
телеграфных	2	—	—
Протяженность линии связи, *км*	120	120	200—300
Среднее расстояние между соседними станциями, *км*	45	45	35—50
Диапазон частот, *Мгц*	60—69,975 (134 фиксированные частоты)	60—69,975	392—467,95 (48 фиксированных частот)
Разнос частот: между фиксированными частотами	75 *кгц*	75 *кгц*	1,45 *Мгц*
между частотами приема и передачи одного ствола	—	—	42,6 *Мгц*
между частотами ближайших радиоканалов приемной и передающих групп разных стволов	—	—	8,7 *Мгц*
Модуляция	Частотная	Частотная	Фазочастотная
Девиация частоты, *кгц*	7	7	$5\sqrt{F_{\text{мод}}}$
Мощность передатчика, *вт*	2,5	2,5	≥1,6
Коэффициент шума приемника	—	—	14
Чувствительность приемника, *мкв*	2	2	—
Средняя псофометрическая мощность суммарных шумов в канале НЧ в точке с нулевым относительным уровнем на линию 100 *км*	—	—	4000 *пвт*
Питание: от сети переменного тока напряжением (50 *гц*) *в*	127/220	127/220	127/220
от аккумуляторной батареи напряжением, *в*	12	12	24

Продолжение табл. 23

Основные данные	РРС-1М	РРС-1МС	«Контейнер»
Потребляемая мощность, не более:			
при питании от сети переменного тока, *ва*	245	245	160
при питании от аккумуляторных батарей, *вт*	200	200	120
Относительная влажность воздуха, %	95—98(+40° С)	95—98(+40° С)	95—98 (+40° С)
Температура окружающего воздуха, ° С	От —10 до +50	От —10 до +50	От —10 до +40
Гарантийный срок службы, мес.	24	24	24
Средняя наработка на отказ, *ч*	500	500	3000 (при 100%-ном горячем резервировании на линию 100 *км*)
Кратковременное пребывание в выключенном состоянии при температуре, ° С	От —50 до +60	От —50 до +60	От —50 до +60
Габаритные размеры (станций), *мм*	—	—	500×440×500 (главной и оконечной); 500×440×1100 (промежуточной)
Вес, *кг*	850 (с автономным питанием); 650 (без автономного питания)	810 (с автономным питанием); 610 (без автономного питания)	До 100
Коэффициент усиления антенны «волновой канал» по отношению к полуволновому вибратору, *дб*	6	6	—

Структурная схема станции приведена на рис. 50. Сигналы с коммутатора через проводные соединительные линии поступают на линейный щит и далее через передающие ветви телефонного и телеграфного блоков, в которых происходит соответствующее преобразование сигналов, поступают на модулятор передатчика. Суммарный сигнал от всех каналов станции модулирует по частоте высокочастотные колебания возбудителя радиопередатчика. С выхода передатчика (с блока усиления мощности) частотно-модулированные колебания высокой частоты поступают по высокочастотному фидеру в антенну.

Принимаемые антенной высокочастотные колебания поступают на вход радиоприемника, в котором они усиливаются и преобразуются в сигнал, соответствующий модулирующему сигналу передатчика. Далее преобразованный сигнал поступает на систему фильтров телефонного и телеграфного блоков, с помощью которых происходит разделение каналов, и через линейный щит и проводные соединительные линии подается на коммутатор.

Конструктивно приемно-передающая аппаратура станции выполнена в виде отдельных блоков, которые устанавливаются в металлическую стойку (табл. 24). Блок усиления мощности, линейный щит, зарядный щит, сетевой щит, прибор регулировки телеграфных каналов и проверки реле изготовлены в виде отдельных приборов с индивидуальными креплениями.

Прием и передача сообщений осуществляются на две раздельные антенны типа «волновой канал» со взаимно перпендикулярной поляризацией. Горизон-

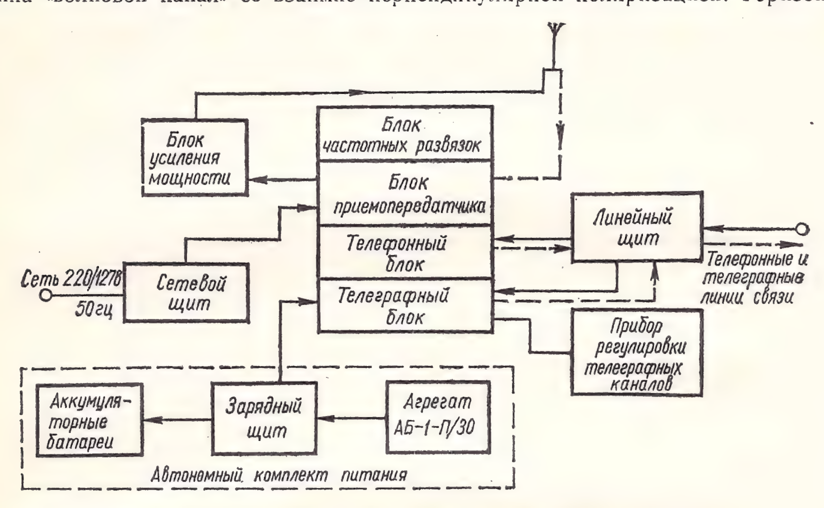


Рис. 50. Структурная схема радиорелейной станции РРС-1М.

Таблица 24

Состав поставляемого комплекта радиорелейной станции РРС-1М

Наименование имущества	Количество	Габаритные размеры, *мм*
Стойка с аппаратурой	1	466×340×706
В том числе:		
приемно-передающее устройство	1	205×364×410
телефонный блок	1	150×364×410
телеграфный блок	1	150×364×410
блок частотных развязок	1	86×368×410
блок усиления мощности	1	295×134×328
линейный щит	1	329×122×328
сетевой щит	1	402×230×320
Прибор регулировки телеграфных каналов и проверки реле	1	250×130×190
Антенно-мачтовое устройство	1	—
Фидер из коаксиального кабеля	2	—
Аппарат телефонный ТАИ-43	1	295×205×112
Автономный комплект питания (АКП)*	1	—
В том числе:		
батареи аккумуляторные 5КН-45	4	375×244×158
агрегат бензоэлектрический АБ-1-П/30 (состоящий из двигателя 2СДВ и генератора ГАБ-1-П/30)	1	800×535×392
Зарядный щит	1	305×123×254
Комплект ЗИП	1	—
Эксплуатационно-сопроводительная документация (комплект)	1	—

* Поставляется по требованию заказчика.

тальная и вертикальная антенны выполнены в виде одного крестообразного устройства со съемными вибраторами, которое устанавливается на мачте высотой 14,5 *м*. Для обеспечения приема и передачи на одну и ту же штыревую антенну применяется блок частотных развязок.

Радиорелейная станция РРС-1МС является сокращенным вариантом радиостанции РРС-1М, в котором исключены: телеграфный блок, блок частотных развязок, прибор регулировки телеграфных каналов и проверки реле и связанное с этими блоками запасное имущество [23]. Радиостанция РРС-1МС в отличие от радиостанции РРС-1М обеспечивает работу только по двум телефонным каналам. Все остальные характеристики такие же, как у станции РРС-1М (табл. 23).

Радиостанция может поставляться с автономным комплектом питания или без него.

Радиорелейная аппаратура «Контейнер» предназначена для организации соединительной линии между сельскими автоматическими телефонными станциями и каналов связи с удаленными пригородами, для ответвления небольших пучков каналов от магистральных линий связи и организации производственных связей в различных отраслях народного хозяйства и транспорта [23].

Аппаратура работает в дециметровом диапазоне волн, в котором размещаются 48 фиксированных частот для организации 12 высокочастотных дуплексных стволов связи (табл. 23). Каждый ствол линии обеспечивает одновременную дуплексную работу шести резервируемых или 12 нерезервируемых телефонных каналов. Система уплотнения каналов — частотная.

Аппаратура выпускается в виде стационарных станций трех различных типов, из которых составляются радиорелейные линии связи. В зависимости от назначения станции подразделяют на следующие: главная, промежуточная и оконечная. Все станции имеют одинаковое конструктивное оформление и отличаются только составом оборудования.

Конструктивно блоки приемопередатчиков, автоматики и организации каналов закрепляются между собой (друг над другом) и образуют единую стойку, которая вместе с антенными фильтрами устанавливается на металлической подставке настольного типа. Антенное устройство представляет собой восьмиэлементную синфазную решетку, состоящую из восьми идентичных однонаправленных излучателей. Каждый излучатель состоит из диапазонного рефлектора в виде рамки с петлей. Рефлектор и излучатель выполнены сварными в виде единой конструкции.

Главная станция — обслуживаемая, располагается в одном помещении с аппаратурой выделения каналов и может быть отнесена от нее на расстояние до 1 *км*. Промежуточные и оконечные станции необслуживаемые; располагаются либо в помещениях, либо в контейнерах типа кабельных необслуживаемых усилительных пунктов (НУП). Промежуточная и оконечная станции находятся в режиме дежурного приема и включаются только автоматически по команде с главной станции. При организации выделения каналов на промежуточной и оконечной станциях аппаратура выделения каналов может быть отнесена от них также на расстояние до 1 *км*. При работе промежуточной станции в узловом режиме (при выделении телефонных каналов) может быть выделено не более одной трехканальной группы.

Полоса пропускания группового тракта радиоаппаратуры обеспечивает передачу телефонных сообщений при уплотнении в спектре частот 4—32 *кгц*.

Аппаратура уплотнения «Контейнер» обеспечивает создание шести телефонных каналов между оконечными пунктами радиорелейной линии и выделение из них от одного до трех каналов в промежуточных пунктах (с осуществлением низкочастотного транзита по каналам выделенной трехканальной группы и транзита в диапазоне 12—24 *кгц* по другой трехканальной группе).

Спектр частот 0,3—1,8 *кгц* используется для организации служебного канала и аварийной сигнализации. Индивидуальное преобразование осуществляется на несущих частотах 12,16 и 20 *кгц* с использованием верхней боковой полосы,

в результате чего образуется трехканальная группа телефонных каналов в диапазоне 12,3—23,4 *кгц*. Эффективно передаваемая полоса частот каждого канала 0,3—3,4 *кгц*.

Оборудование низкочастотных выходов каналов позволяет организовать следующие режимы работы:

двухпроводный оконечный режим с остаточным затуханием 0,8 *неп* при ручной системе обслуживания канала;

то же, но с возможностью автоматического переключения в режим двухпроводного транзита;

то же, но с возможностью автоматического переключения в режим четырехпроводного транзита;

четырехпроводный оконечный режим с измерительным уровнем — 1,5 *неп* при передаче и +0,5 *неп* при приеме;

режим четырехпроводного постоянного транзита с уровнем 0 *неп*.

Станции собраны полностью на полупроводниковых приборах. Состав поставляемого комплекта для станций «Контейнер» приведен в табл. 25.

Таблица 25

Состав поставляемого комплекта для станций «Контейнер»

Наименование имущества	Количество для станции			Вес, *кг*
	главной	промежуточной	оконечной	
Приемопередатчик	2	4	2	10
Блок автоматики главной станции	1	—	—	10
Блок автоматики промежуточной станции	—	1	1	10
Блок организации каналов	1	1	1	9,5
Фильтр антенный	1	2	1	25
Антенна	1	2	1	14
Аппаратура уплотнения «Контейнер»	1	1*	1	—
Устройство питания	1	1	1	—
Комплект ЗИП	1	—	—	—
Эксплуатационно-сопроводительная документация	1	1	1	—

* Количество промежуточных станций и аппаратуры уплотнения определяется при заказе.

Радиорелейная аппаратура Р-405М по своим основным характеристикам и комплектации аналогична аппаратуре типа РРС-1М (Р-401М) [23]. В аппаратуре введен дополнительный дециметровый диапазон (390—420 *Мгц*).

Радиорелейная аппаратура Р-404 «Василек» выпускается в автомобильном и стационарном вариантах. Максимальная дальность действия до 1000 *км* при 20 ретрансляциях [10]. Благодаря фазоимпульсной модуляции возможно ответвление до 23 любых телефонных каналов (включая и служебный канал) на каждой промежуточной станции любое число раз. Любые телефонные каналы (до двух) могут быть оборудованы для диспетчерской связи.

В комплект аппаратуры входит дополнительное оборудование: два полукомплекта станции Р-401М; блок сопряжения; телеграфный щит. Аппаратура работает на параболические антенны диаметром 1,5 и 0,5 *м* и имеет собственную систему электроснабжения.

Существенным недостатком аппаратуры Р-404 является необходимость обслуживания промежуточных станций (промежуточные станции дистанционно неуправляемы).

В табл. 26 приведены технические характеристики малоканальной радиорелейной аппаратуры производства Венгерской Народной Республики.

Таблица 26

Технические характеристики малоканальной радиорелейной аппаратуры производства Венгерской Народной Республики

Характеристика	ФМ-160-Л	ДМ-400/6	ДМ-8000/6	ФМ-24/400	ЛД-8000/24	РМ-28В
Рабочий диапазон, *Мгц*	148—174	390—470	7900—8400	336—420	7900—8400	1650—2100
Возможное число стволов	1	2	8 (параболическая антенна), 4 (перископическая система)	8	8 (параболическая антенна), 4 (перископическая система)	8
Тип модуляции	Фазовая	Дельта-модуляция	Дельта-модуляция	Частотная	Частотная	Фазоимпульсная
Система резервирования	Не предусмотрена	Не предусмотрена	Не предусмотрена	Предусмотрена	Не предусмотрена	100%-ный горячий резерв
Автоматизация промежуточных станций	—	Не предусмотрена	Предусмотрена	Предусмотрена	Предусмотрена	Предусмотрена
Максимальная дальность действия с выполнением норм МККР, *км*	—	800	800	2500	800	2500
Наличие телесигнализации и телеуправления	—	Предусмотрено	Предусмотрено	Предусмотрено	Предусмотрено	Предусмотрено
Возможность выделения каналов на промежуточных узловых станциях	—	До 6	До 6	До 12 или до 24	До 3, , 12 и 24	До 6 или до 12
Характеристики передатчика: мощность, *вт* скважность стабильность в зависимости от температуры и напряжения	 0,2 — $\pm 20 \cdot 10^{-6}$	 0,1 — $5 \cdot 10^{-5}$ (при 0—40° С)	 — — —	 4 — $\pm 20 \cdot 10^{-6}$	 0,01 — —	 30 (в импульсе) 35 $\pm 1 \cdot 5$ *Мгц* (при 5—35° С)
Характеристика приемника: коэффициент шума, *дб*	9,3	5	—	6	12	14

Продолжение табл. 26

Характеристика	ФМ-160-Л	ДМ-400/6	ДМ-8000/6	ФМ-24/400	ЛД-8000/24	РМ-28В
номинальная величина промежуточной частоты, *Мгц*	—	30	—	35	35	36, 25 и 35
ширина полосы УПЧ, *Мгц*		±1	—	1 при — 1 *дб*	±1 на уровне 0,5 *дб*	7
стабильность частоты в зависимости от температуры и направления	$+20 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$ (при 0+40° С)	—	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	—	±1,5 *Мгц* (при 5 — 35° С)
девиация фазовой модуляции	5 *рад* при уровне 0 *дб*	±0,6 *рад*	—	5 *рад* при уровне 0 *дб*	—	±1 при входном уровне 2 *неп*
Характеристики низкочастотного тракта:						
передаваемая полоса низких частот, *гц*	300—3400	300—3400	300—3400	300—3400 (для служебного канала)	300—3400	300—3400
распределение каналов	1 рабочий	6 телефонных, 1 синхронизирующий, 1 централизованное управление (служебный)	6 рабочих, 1 служебный, 1 телеуправления	24 рабочих, 1 служебный и телеуправления	24 рабочих, 1 служебный и телеуправления	24 рабочих, 1 синхронизирующий, 1 дистанционного контроля, 1 вспомогательный
четырехпроводной входной уровень, *неп*	—0,4	—1,5	—13 *дб*	Используется аппаратура уплотнения типа КН-12/24	Любой	—2
четырехпроводный выходной уровень, *неп*	—0,4	+0,5	+4,3 *дб*		»	+1
четырехпроводные выходные и входные сопротивления, *ом*	600	600	600		600	600
двухпроводный входной уровень, *неп*	—0,8	Регулируется с помощью низкочастотных присоединителей	—		Любой	0
двухпроводный выходной уровень, *неп*	0	То же			»	—0,8
двухпроводные входные и выходные сопротивления, *ом*	600	600	600		600	600

Тип активных элементов	Транзисторы	Транзисторы	—	Транзисторы	Транзисторы	Транзисторы
Рабочие напряжения сети, *в*	12±5%	220±10%	220±10%	220±15% или 24	24±10%	220±5%
Частота напряжения сети, *гц*	—	50±3	50±3	45—65	—	50±1,5
Потребляемая мощность станции: оконечной промежуточной узловой (ответвительной)	 — — —	 100 *ва* 200 *ва* 200 *ва*	 — — —	 60 *вт* 60 *вт* 60 *вт*	 200 *вт* 400 *вт* 400 *вт*	 4 *ква* (при 100%-ном резерве) 3,1 *ква* (при 100%-ном резерве) 4 *ква* (при 100%-ном резерве, ответвление 6 каналов); 5,5 *ква* (при 100%-ном резерве, ответвление 12 каналов)
Рабочий диапазон температуры, ° С	—	От 0 до ±40	От +3 до +40	От 0 до +40	От +5 до +40	От +5 до +35
Относительная влажность воздуха, %	—	80% (при 20° С)	55—75 (при 20° С)	90 (при 20° С)	80 (при 20° С)	80 (при 20° С)
Ориентировочная стоимость оконечной станции (при 100%-ном резерве с аппаратурой выделения), тыс. руб.	1,350	12,7	27	33,9	—	27,00
То же, промежуточной станции с выделением 12 каналов	2,286	20,3	45	68	—	26,55

В табл. 27 и на рис. 51—54 приведены данные аппаратуры многоканальных (магистральных) радиорелейных линий связи.

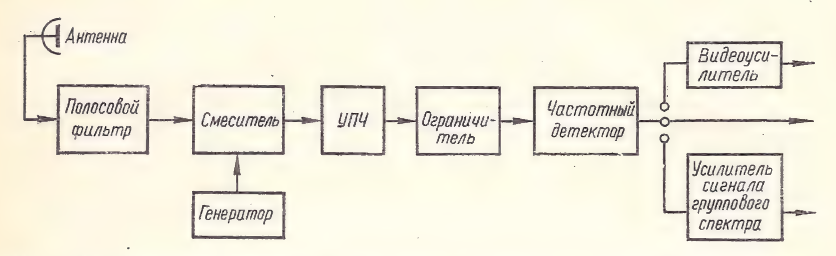


Рис. 51. Структурная схема приемника оконечной станции Р-60/120.

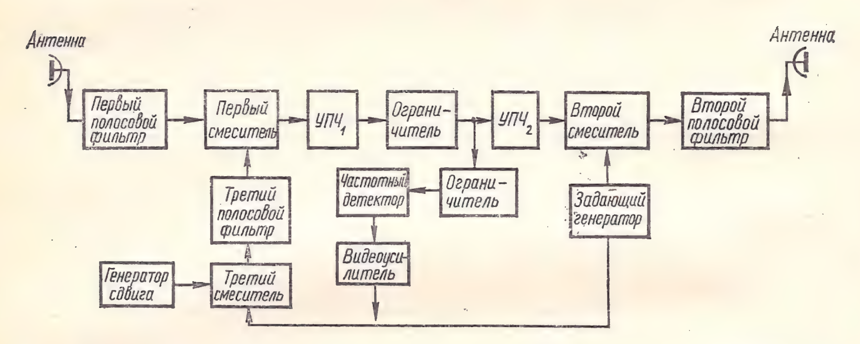


Рис. 52. Структурная схема приемно-передающей аппаратуры промежуточной станции Р-60/120.

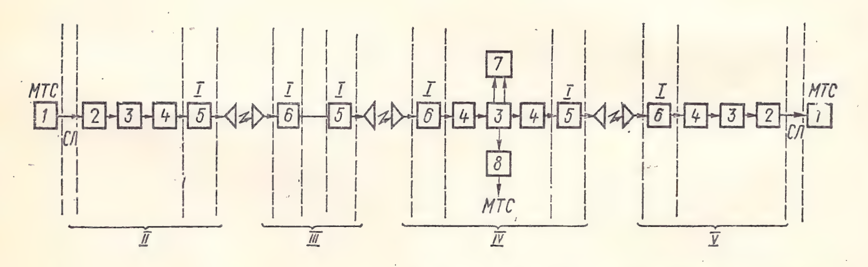


Рис. 53. Структурная схема телефонного ствола радиорелейной линии Р-600М:

МТС — междугородная телефонная станция; *СЛ* — соединительная линия; *I* — высокочастотная стойка; *II* и *V* — оконечные станции; *III* — промежуточная станция; *IV* — главная станция; *1* — аппаратура уплотнения междугородной телефонной станции; *2* — аппаратура уплотнения оконечной станции радиорелейной линии связи; *3* — стойка образования каналов; *4* — телефонная стойка; *5* — передатчик высокочастотной стойки; *6* — приемник высокочастотной стойки; *7* — стойка прямого прохождения сигнала; *8* — стойка выделения каналов главной станции.

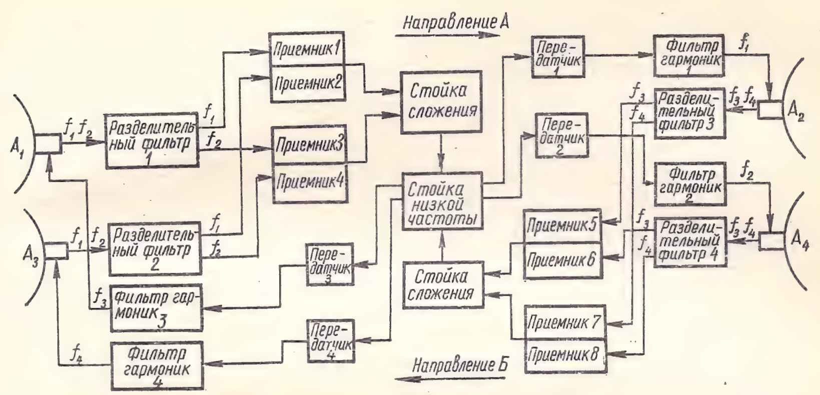


Рис. 54. Структурная схема промежуточной станции радиорелейной линии с аппаратурой типа «Горизонт-М».

Таблица 27

Основные технические характеристики аппаратуры многоканальных (магистральных) радиорелейных линий связи

Характеристика	Р-60/120	Р-600М	Р-600-2М	Р-600-2МВ	«Горизонт-М»
Количество симплексных телевизионных стволов	1	—	—	—	—
Количество дуплексных высокочастотных стволов связи	2	4	1	4	1
В том числе:					
рабочих стволов	2	2	1	2	1
стволов служебной связи	—	1	—	—	—
стволов горячего резерва	—	1	—	2	—
Число телефонных каналов (емкость рабочего ствола):					
основных	60 или 120	600	1020	1020	60
служебных	2	—	1	1	2
радиовещания	1	—	—	—	—
Число каналов связи (емкость ствола служебной связи)	—	5	—	—	—
В том числе каналов:					
телефонной связи	—	1	—	—	—
телеобслуживания	—	1	—	—	—
обратных аварийных сигналов	—	1	—	—	—
Протяженность линии связи, *км*	2500	5000	2500	5000	—
Среднее расстояние между станциями, *км*	50	50	50	50	600—1200
Диапазон частот, *Мгц*	1600—2000	3400—3900	3435—3835	3400—3900	820—1000

Продолжение табл. 27

Характеристика	Р-60/120	Р-600М	Р-600-2М	Р-600-2МВ	«Горизонт-М»
Разнос частот, *Мгц*: между частотами приема и передачи (сдвиг частот) одного ствола	213	213	213	266	—
между ближайшими друг к другу частотами приема и передачи разных стволов	58	68	—	96	—
Модуляция	Частотная	Частотная	Частотная	Частотная	Частотная
Девиация частоты (на один канал), *кгц*	100—200	200	—	—	100
Выходная мощность передатчика, *вт*	3	2	5	4,25—4,65	200—2500
Коэффициент шума приемника, ед. КТ	30 (15 *дб*)	25	25	27—30	2,3
Напряжение питания (50 *гц*), *в*	220	220	220	220	220/380
Потребляемая мощность, *ква*	5	12	0,7	1,6	6,5
Относительная влажность воздуха, %	85 (+25°С)	85 (+25°С)	85 (+25°С)	85 (+25°С)	85 (+25°С)
Температура окружающего воздуха, °С	5—35	10—35	10—35	10—35	10—35
Гарантийный срок службы, мес.	12	12	12	12	12

Примечания: 1. План распределения частот в рабочем диапазоне высокочастотной стойки Р-600-2М позволяет организовать до шести высокочастотных стволов связи (при соответствующем количестве высокочастотных стоек). 2. План распределения частот в рабочем диапазоне высокочастотного комплекса Р-600-2МВ позволяет организовать до восьми высокочастотных стволов: четыре ствола (четные) на магистральной радиорелейной линии связи и четыре ствола (нечетные) на ответвлении от нее или на пересекающей ее магистральной радиорелейной линии связи. 3. По одному стволу может передаваться одна программа черно-белого либо цветного телевидения со звуковым сопровождением. 4. Могут быть переданы следующие виды сообщений: по 45 телефонным каналам — сигналы бинарной информации со скоростью 1200 *бод* и сигналы тонального телеграфа со средней мощностью 135 *мвт*, по остальным 15 каналам — телефонные разговоры с мощностью сигнала до 65 *мквт*; по 15 телефонным каналам — сигналы бинарной информации со скоростью 1200 *бод* и сигналы тонального телеграфа со средней мощностью 270 *мвт*, по остальным 45 каналам — телефонные разговоры с мощностью сигнала 35 *мквт*. 5. Прием и передача информации ведутся одновременно на двух фиксированных частотах в соответствии с заданным расписанием частот. Фиксированные частоты группируются по двум диапазонам: нижнему —821; 823,4; 825,8; 849; 851; 853 *Мгц* и верхнему — 969; 972; 973; 992,8; 995,2; 997,6 *Мгц*. 6. Потребляемая мощность указана: по аппаратуре Р-60/120 — для одной промежуточной станции на два телефонных ствола связи; по аппаратуре Р-600М — для одной высокочастотной приемно-передающей стойки.

Аппаратура радиопоисковой связи

Система персонального вызова «Связь» предназначена для быстрого отыскания любого из абонентов путем односторонней передачи ему радиовызова, а затем и речевого сообщения [26]. Система может быть использована различными учреждениями и предприятиями (больницы, клиники, гостиницы, театры, фабрики, заводы и др.), где необходима оперативная и уверенная связь руководителей со своими сотрудниками.

В состав системы (рис. 55) входят от 1—11 передатчиков, управляемых с диспетчерского пункта и работающих на замкнутые петлевые антенны, и не более 90 портативных приемников. В зависимости от количества абонентов предусмотрено три варианта системы по емкости: на 27, 45 и 90 абонентов. Количество передатчиков для каждого варианта определяется размерами территории и конструкцией здания.

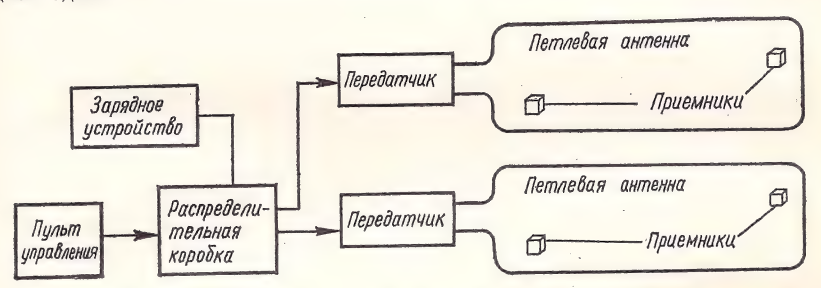


Рис. 55. Структурная схема системы персонального вызова «Связь».

Система включает в себя следующие конструктивно законченные устройства пульт управления, передатчик, зарядное устройство, распределительную коробку и портативные приемники (табл. 28). Все устройство выполнено полностью на полупроводниковых приборах. Каждый приемник реагирует только на комбинацию сигналов двух отведенных для него вызывных частот. Приняв вызов в виде прерывистого акустического сигнала, абонент может прослушивать предназначенное ему речевое сообщение.

Передатчик состоит из трех функционально законченных блоков: блока несущей частоты, модулятора и блока питания. В блоке несущей частоты размещено также устройство дистанционного включения блока питания. Пульт управления системы формирует вызывные кодовые сигналы несущей частоты, сигнал контрольного тона, а также осуществляет дистанционное включение и выключение передатчиков. После посылки вызова предусмотрена возможность передачи речевого сообщения. Все блоки передатчика смонтированы на штамповочном П-образном шасси и помещены в алюминиевый кожух. Портативный приемник собран на печатной плате; плата помещена в корпус из ударопрочного полистирола.

Применение миниатюрных радиоэлементов и печатного монтажа с вертикальной установкой элементов позволило сократить габаритные размеры и вес приемника. На корпусе предусмотрена пружина-зажим для крепления приемника в кармане.

Наработка на отказ устройства системы составляет, *ч*: передатчика 1500, приемника 7500, пульта управления 2000, зарядного устройства 3000. Гарантийный срок службы аппаратуры 12 месяцев. Аппаратура системы обеспечивает нормальный режим работы при температуре окружающего воздуха 5—40° С и относительной влажности воздуха до 80%. Комплект аккумуляторов обеспечивает непрерывную работу приемника в течение 48 *ч*. Аппаратура работает на замкнутой петлевой антенне. Нестабильность частоты составляет $\pm 0{,}5 \cdot 10^{-2}$.

Таблица 28

Технические характеристики индуктивных средств радиовызова

Характеристика	«Связь»	«Поиск»	БПЛ «Warel» Т-12 (ПНР)	«Telinform» (ВНР)	«Westrex company Limited» Англия)	«Nira Company» (Голландия)
Диапазон частот и модуляция	Несущая АМ 39,063 *кгц*	Без несущей	Несущая АМ	Без несущей	На звуковых частотах	С использованием несущей 16—28,8 *кгц*, АМ
Характеристики кодированного многочастотного сигнала вызова:						
диапазон	1,173—3,437 *кгц*	3,4—13 *кгц*	26—65 *кгц*	Надтональный 3,5—13,1 *кгц*	Тональный 400—1100 *гц*	Подтональный 76—162 *гц*
код	Комбинированный двухчастотный с последовательной передачей частот	Индивидуальный	Комбинированный двухчастотный с последовательной передачей частот	Индивидуальный	Комбинированный двухчастотный с последовательной передачей частот	Групповой и индивидуальный
Количество абонентов	90	49	90	49	240	45
Число рабочих частот	10	49	10	49	16	5
Характеристики передатчиков:						
питание, *в*	127/220±10	220 (50 *гц*)	—	—	—	—
длина петлевой антенны, *мм*	1000	900	1000	900	2000—3000	—
выходная мощность, *вт*	25	20	30	20	50	—
потребляемая мощность, *вт*	300	До 100	250	80	—	—
зарядное устройство	Есть	Есть	Есть	Есть	—	—

Характеристика	«Связь»	«Поиск»	БПЛ «Warel» Т-12 (ПНР)	«Telinform» (ВНР)	«Westrex company Limited» (Англия)	«Nira Company» (Голландия)
габаритные размеры блоков, *мм*	550×200×420 (передатчик); 304×155×962 (зарядная кассета); 340×845×169 (пульт управления)	320×320×180	355×485×145 (передатчик); 240×350×170 (блок подстройки); 422×350×200 (зарядная кассета); 250×260×145 (пульт управления)	180×320×320	100×800×270 (пульт управления); 325×281×275 (усилитель)	—
Вызов через АТС	Нет	Нет	Есть	Нет	—	—
Характеристики приемника:						
тип частотного избирателя декодирующего каскада	Два резонансных контура с умножителем добротности	Реле	—	Резонансный контур с умножителем добротности	Пьезоэлектрическое резонансное реле	Электромагнитное резонансное реле
чувствительность, *мв/м*	500	500	—	500	—	1000
вид сигнализации	Звуковая	Прерывистая акустическая	Звуковая	Звуковая	Звуковая	Звуковая, световая
потребляемый ток при:						
покое	1,5	0,8	2	0,8	1,5	1,5
вызове	8 (0,04 *вт*)	10	10	10	10—12	—
потребляемое напряжение, *в*	2,7	3	2,4	3	2—3	2,4
Характеристики источника питания приемника:						
тип	Аккумулятор (типа Д-0,1) 2,5 *в*	Аккумулятор Д-0,07	Аккумулятор	Батарея аккумуляторов	Батарея аккумуляторов	Аккумулятор
количество	2	2	2	2	2	2
габаритные размеры, *мм*	100×61×24	140×50×18	140×55×21	140×50×18	125×40×19	125×40×19
вес, *г*	200	120	180	120	—	—
Вес устройства, *кг*	Около 39	—	170	—	—	—

Система двусторонней радиотелефонной поисковой связи «Рико-60» обеспечивает поиск с центрального пульта управления подвижных абонентов на территории объекта и установление с ними двусторонней связи. Вызов и связь одновременно может осуществляться с одним абонентом. Аппаратура системы обеспечивает возможность дуплексной проводной связи между центральным и выносным пультами управления. Абоненты выносных пультов управления могут установить радиосвязь с подвижными абонентами через центральный пульт. Центральная и индивидуальная аппаратура постоянно находится в дежурном режиме. Подвижные абоненты имеют возможность вызвать «Центр» и установить с ним связь.

В комплект «Рико-60» входят: центральный пульт управления; два выносных пульта управления; центральный передатчик; центральный приемник; 60 абонентных приемопередатчиков; коммутационная коробка центральной аппаратуры.

Основные характеристики

Частота сигнала передатчика, *Мгц*:	
центрального	27,45
абонентского	151,15
Мощность в антенне передатчика, *вт*:	
центрального	20
абонентского	0,2
Ширина полосы излучения передатчика, не более, *кгц*:	
центрального	8
абонентского	20
Чувствительность центрального приемника, *мкв*	Не хуже 1

Технические характеристики

Наименование, модель	Диапазон частот	Число каналов	Модуляция
Приемник абонента R20-Э	—	—	—
Передатчик абонента ТВ-1	На несущих частотах 156—174 *Мгц* с кварцевым стабилизатором	Число абонентов зависит от назначения системы	АМ (для речевых и звуковых сигналов)
Передатчики диспетчера:			
ТС-3	Несущая частота 35 *кгц*	Зависит от типа кодировщика (10—24, 40—59, 200—240, 100—550)	—
ТА-3	Одна фиксированная частота 13—50 *Мгц*	—	—
Приемник диспетчера W6 600	—	—	—
Кодировщики диспетчера:			
Е 9	—	—	—
Е 11	—	—	—
Е 8	—	—	—

Стабильность частот передатчика:
центрального . . . . 10^{-6}
абонентского . . . . 10^{-4}
Габаритные размеры, *мм*:
главного пульта управления . . . . 345×270×115
выносных пультов управления . . . . 185×140×90
абонентского приемопередатчика . . . . 145×70×20
Вес абонентского приемопередатчика, *г* 230

Техническая документация разработана и опытные образцы системы изготовлены в СКБ Оргатехники (Вильнюс) объединения «Сигма» в Литовской ССР в 1970 г.

Система поисковой связи «Поиск» обеспечивает поиск и одностороннюю связь с абонентами, находящимися на территории предприятия или внутри его производственных подразделений, в случае, если абоненты не имеют стационарного рабочего места или не обеспечены на стационарных рабочих местах другими средствами связи. Обслуживает до 49 абонентов на площади 0,8 *га* [26].

Система состоит из блока передатчика, абонентских приемников, зарядных устройств, антенного шлейфа (табл. 28). Передатчик предназначен для вызова одного из абонентов системы и передачи ему сообщения. Абонентский приемник принимает вызов и сообщение, переданные с блока передатчика. Зарядное устройство служит для зарядки аккумуляторов одновременно 10 абонентских приемников, время непрерывной работы которых составляет 10 *ч*. Антенный шлейф обеспечивает создание локального электромагнитного поля внутри шлейфа.

Таблица 29

системы радиовызова «Малтитон»

Габаритные размеры, *мм*	Вес, *г*	Тип антенны	Вид связи, вызов	Питание
105×41×16	95	Внутренняя	—	1,3 *в* (срок 3 мес.)
63,5×47,6×15,8	81,5	Выдвижная, короткая, гибкая, покрытая пластмассой	Двусторонняя дуплексная	5 *в* (от двух долговечных ртутных батарей), $P = 10$ *мвт*
380×305×114	12	Полуволновой вертикальный диполь (75 *ом*; 87,63 *см*; 0,907 *г*) Могут использоваться антенны разных типов	Радиовызов звуковой селективный	10 *вт*; 117—200—240 *в* (40—60 *гц*)
420×210×320	14			5 *вт*; 220—240 *в* (50 *гц*); 110—120 *в* (60 *гц*)
260×200×90	1,5	—	—	220—240 *в* (50 *гц*); 110—120 *в* (60 *гц*)
270×260×12,5	2,65	—	—	12 *в* (в батареях); 12 *в* (переменный ток); 220—240 *в* (50 *гц*)
270×260×12,5	2,65	—	—	То же
480×390×162,5	8,25—119 *кг* (зависит от количества абонентов)	—	—	24 *в* (переменный ток); 220—240 *в* (50 *гц*); 110—117 *в* (60 *гц*)

Канал вызова каждого приемника настроен на одну из 49 частот. Ширина канала вызова — 200 *гц*; отклонение частоты вызова ±20 *гц*. Диапазон принимаемых частот при передаче информации составляет 300—3000 *гц*.

Система «Поиск» не мешает другим службам связи (радио и телефону) и невосприимчива к разного рода электрическим помехам. Область применения системы — предприятия машиностроительной промышленности, а также учреждения министерств здравоохранения, торговли, коммунального хозяйства.

Техническая характеристика системы радиовызова «Малтитон» (Англия) приведена в табл. 29.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллей Д. Спектр радиошумов. США, изд-во Гарвардского университета, 1960.
2. Балакин А. С. и др. Связь на промышленных предприятиях. М., «Связь», 1971.
3. Бардин Н. И., Дымович Н. Д. Распространение ультракоротких радиоволн в условиях крупного города. — «Электросвязь», 1967, № 7.
4. Будавокс. Каталог внешнеторгового акционерного общества связи. п/я 267. Венгрия, Будапешт, 1969.
5. Быковский Я. Л. Информация по линиям электропередач. М., «Знание», 1971.
6. Венчковский Л. Б. Помехи в каналах телемеханики. М—Л., «Энергия», 1966.
7. Временные правила технической эксплуатации радиорелейных линий на железнодорожном транспорте. М., Транспорт, 1967.
8. Гаськов Л. М., Денисов К. Н. Автоматизированные системы управления морским транспортом. М., «Транспорт», 1968.
9. Глинка В. Н., Мясковский Г. М. Некоторые временные и спектральные характеристики суммарных радиопомех крупного города. — «Электросвязь», 1967, № 2.
10. Голиков Е. Е. Проектирование дальней связи на железнодорожном транспорте. М., «Транспорт», 1968.
11. Горохов Б. В. Диспетчерская и технологическая связь в предприятиях почтовой связи. М., «Связь», 1971.
12. ГОСТ 14777—69. Радиопомехи, индустриальные термины и определения. Комитет стандартов СССР. М., 1969.
13. Дальнее тропосферное распространение ультракоротких радиоволн. М., «Советское радио», 1965.
14. Документы X Пленарной Ассамблеи МККР. Отчет 322. М., «Связь», 1963.
15. Документы XI Пленарной Ассамблеи МККР. Т. I—V. М., «Связь», 1969.
16. Долуханов М. П. От миллигерц до террагерц. Л., «Судостроение», 1970.
17. Изюмов Н. М. Радиорелейная связь. М., Госэнергоиздат, 1962.
18. Инструкция по выбору трасс радиорелейных линий. Министерство связи СССР. Изд. Государственного научно-исследовательского института связи». М., 1960.
19. Инструкция по выбору трасс радиорелейных линий. Министерство связи СССР. Изд. Государственного научно-исследовательского института связи. М., 1966.
20. Инструкция по эксплуатации радиотелефона АМ типа 27 *Мгц*. Варшава, «Эхо», 1970.
21. Использование радиоспектра. М., «Связь», 1969.
22. Калинин А. М., Черенкова Е. Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний. М., «Связь», 1971.
23. Каталог НИИЭИР «Изделия радиопромышленности». Т. I. Аппаратура радиорелейных линий связи. М., 1970.
24. Каталог НИИЭИР «Изделия радиопромышленности» Т. I. Аппаратура радиосвязи. Вып. «Станции низовой радиосвязи для нужд народного хозяйства». М., 1967.
25. Каталог НИИЭИР «Изделия радиопромышленности». Т. I. Аппаратура радиосвязи. Вып. «Станции низовой радиосвязи для нужд народного хозяйства». М., 1969.
26. Каталог «Интертехника-66». М., 1966.
27. Крошко А. Н. Радиосвязь на газопроводах. М., «Недра», 1970.
28. Лютов С. А., Гусев Г. П. Подавление индустриальных радиопомех. М., «Связь», 1963.
29. Мясковский Г. М. Некоторые вопросы группировки статистических данных о радиопомехах: В сб. «Электросвязь и передача данных». Киев, изд. НТОРЭС, 1969.
30. Нартов Ю. А. Радиоэлектроника в средствах оргтехники. М., «Знание», 1968.
31. Общесоюзные нормы допускаемых индустриальных радиопомех. М., «Связь», 1963.
32. Опыт работы Московской службы по контролю за индустриальными радиопомехами. М., «Связьиздат», 1960.
33. Певницкий В. П. Механизм образования и статистические характеристики радиопомех от контактных коммутирующих устройств. Труды ВНИИЭ. Т. 16. М., 1962.
34. Певницкий В. П., Француз А. Г. О статистических распределениях амплитуд импульсов радиопомех, создаваемых электроустройствами. — «Электросвязь», 1958, № 9.

35. Принципы технического планирования передающих сетей телевизионного и УКВ ЧМ вещания. Информационный сборник. М., «Связь», 1960.
36. Роткевич В., Роткевич П. Техника измерений при радиоприеме. М., «Связь», 1969.
37. Сарапкин В. В. Помехи в распределительных электрических сетях для каналов телефонной связи и телемеханики. Киев, «Техніка», 1999.
38. Справочник по систематехнике. Под ред. Р. Макола. М., «Советское радио», 1970.
39. Тучков Л. Т. Естественные шумовые излучения в радиоканалах. М., «Советское радио», 1968.
40. Удовиченко А. М. Оргзв'язок. К., «Техніка», 1970.
41. Фастовский И. А. Аппаратура для измерения радиопомех. М., «Связь», 1965.
42. Хромых М. К. Аппаратура радиорелейных станций. Киев, «Техніка», 1970.
43. Gpaulding A. D. Determination of orror rates for parrow — land communication of binarycoded messages in atmospherie radio noire Prol IEEE (correspondence), vol. 52, pp. 220—221, February, 1964.

Глава III. ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Телефонная связь является составной частью общей системы связи и представляет различным категориям потребителей (абонентов) возможность вести двусторонние телефонные переговоры. Средства телефонной связи Советского Союза состоят из средств связи общего пользования, находящихся в ведении Министерства связи СССР и образующих общегосударственную сеть, а также из средств телефонной связи внутриведомственного пользования, принадлежащих организациям, учреждениям и предприятиям других министерств и ведомств.

Ниже изложены основные понятия о построении телефонной связи.

Трактом телефонной передачи называют совокупность устройств, входящих в систему электрической передачи речи на расстояние [30]. На рис. 56 изображена схема простейшего тракта телефонной передачи. Телефонные аппараты (*ТА*), устанавливаемые у абонентов, предназначены для посылки и приема вызова, преобразования звуковых колебаний в электрические при передаче и обратного преобразования при приеме речи, а также для передачи на коммутационную установку информации о требуемом соединении. На коммутационных установках (телефонных станциях) размещают коммутационные приборы: гнезда, шнуры, ключи, реле, искатели и соединители [29].

По своему составу технические средства телефонной связи делятся на: телефонные станции; оборудование административно-диспетчерской связи; абонентские пункты; линейные сооружения (подробно рассмотрены в работе [17]).

Телефонные станции представляют собой пункты коммутации, в которых производится взаимное соединение абонентов. Линии, связывающие абонентов с телефонными станциями, называются *абонентскими*, а линии, связывающие телефонные станции друг с другом,— *соединительными*. Классификация телефонных станций приведена на рис. 57.

Ручная телефонная станция (РТС) является простейшим узлом коммутации, на котором установлены коммутаторы, обслуживаемые телефонистками. Существенные недостатки [29], присущие РТС, привели в настоящее время к более широкому использованию автоматических телефонных станций (АТС).

Автоматизация процесса соединения абонентов осуществляется за счет установления на АТС реле и искателей и добавления к телефонным аппаратам абонентов номеронабирателя. Последний представляет собой сложное механическое устройство, управляющее работой двух основных электрических контактов — импульсного и шунтирующего. Следовательно, принцип автоматического соединения заключается в передаче абонентом на станцию информации о вызываемом номере с помощью импульсов тока, которые, пройдя ряд цепей, образованных

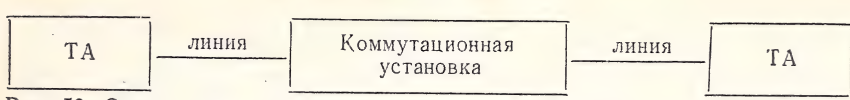


Рис. 56. Структурная схема тракта телефонной передачи.

Телефонные станции

По типу обслуживания

Сельские | Городские | Учрежденческие | Междугородные

По способу обслуживания

Ручные | Полуавтоматические | Автоматические

По принципу коммутации

Декадно-шаговой системы | Координатной системы

По назначению

Узловые | Оконечные | Центральные

По абонентской емкости

Малой | Средней | Большой

По степени доступности к источнику нагрузки

Полнодоступные | Неполнодоступные

По обслуживанию

С постоянным обслуживанием | С периодическим обслуживанием | Необслуживаемые

Рис. 57. Классификация телефонных станций.

различными реле, управляют работой искателей по установлению требуемого соединения.

АТС должна обеспечить соединение друг с другом абонентов, включенных в нее. С этой целью линия каждого абонента на АТС включается в щетки шагового искателя.

Количество закрепленных за абонентами искателей рассчитывают исходя из поступающей нагрузки [15].

Абонентские линии или искатели, создающие телефонную нагрузку, называют *источниками нагрузки*. Последние образуют *нагрузочные группы*. Совокупность выходов, доступных нагрузочной группе, называют *пучком линий*. При этом схема включения пучка линий между двумя ступенями искания может быть *однозвенной* или *звеньевой* (многозвенной). При однозвенной схеме любые соединения в пределах ступени искания проходят только через один искатель (соединитель), при звеньевой — более чем через один искатель (соединитель). Как однозвенные, так и звеньевые схемы могут быть полнодоступными и неполнодоступными. *Полнодоступной* называется такая схема, при которой каждая линия пучка доступна любому источнику нагрузки некоторой нагрузочной группы. Если указанное условие не выполняется, то схема будет *неполнодоступной*. Количество линий в пучке неполнодоступной схемы, с каждой из которых может соединиться источник нагрузки, называют *доступностью*.

Наиболее характерной и установившейся структурой обладают городские и учрежденческие АТС, которые оборудуют главным образом декадно-шаговой либо координатной системой [16].

В АТС *декадно-шаговой* системы в качестве основных приборов применяются декадно-шаговые искатели. Они получили свое название из-за десятичной нумерации контактного поля и характера движения щеток. Десятичная система нумерации, соответствующая десятичной системе набора номера, позволила строить АТС, используя принцип непосредственного (прямого) управления искателями: информация, содержащаяся в набираемом номере, поступает на вход искателя и непосредственно управляет движением его щеток, которые отыскивают необходимый выход. К достоинствам АТС этой системы следует отнести простоту схемы и технического обслуживания, универсальность применяемого оборудования на станциях различной емкости, отсутствие общих централизованных управляющих устройств, повреждение которых может влиять на работу станции в целом или большой группы абонентов, а к недостаткам — то, что декадно-шаговый искатель сложен по своему устройству, требует значительных затрат ручного труда в процессе его изготовления и эксплуатации; из-за малой «проводности» таких искателей (одновременная коммутация только трех проводов) невозможно использование рассматриваемых АТС при автоматизации междугородной телефонной связи.

АТС *координатной* системы обладают рядом преимуществ по сравнению с АТС декадно-шаговой системы.

Эксплуатационные расходы и штат обслуживания персонала АТС координатной системы в 2—2,5 раза ниже по сравнению с АТС декадно-шаговой системы [15]. В качестве основного коммутационного механизма в них применяют многократный координатный соединитель, который обеспечивает быстродействие при установлении соединения и высокое качество разговорного тракта. В этих станциях применено регистровое управление коммутационными приборами и обходной способ установления соединений (соединения устанавливают с помощью регистров и маркеров)

К достоинствам АТС координатной системы следует отнести [17]:

1) быстродействие координатного соединителя при установлении соединения (для установления соединения на один координатный соединитель требуется несколько десятков миллисекунд);

2) высокое качество контакта в разговорной цепи;

3) надежность действия, которая обусловливает небольшие эксплуатационные расходы и дает возможность построения необслуживаемых АТС;

4) достаточно простая технология изготовления оборудования.

Первые два достоинства особо важны при автоматизации междугородной связи, так как быстродействие механизма и качество контакта играют важную роль при наличии большого числа механизмов и контактов в каналах дальнейшей связи. Третье достоинство важно для всех видов АТС, особенно для сельских и учрежденческих АТС, которые при небольшой емкости могут не нуждаться в постоянном обслуживании. Наконец, четвертое достоинство является весьма существенным в условиях массового производства оборудования.

Для обеспечения телефонной связью промышленных предприятий и крупных учреждений обычно используют учрежденческие АТС (УАТС). УАТС характеризуются тем, что основной поток телефонной нагрузки, на которую они рассчитаны, замыкается внутри станции и лишь небольшая его часть направлена на осуществление связи с абонентами городских АТС (ГАТС). Такого рода распределение телефонной нагрузки диктуется характером производственных связей внутри предприятий и учреждений. Вызов внутри УАТС осуществляется, как правило, набором более короткого номера, чем в городе, что облегчает пользование связью и упрощает устройство станции.

Обеспечение связью предприятий и учреждений за счет самостоятельных АТС резко сокращает потребность в кабельных сооружениях, так как они строятся в непосредственной близости от абонентских пунктов, а для связи с городскими АТС требуют лишь незначительного количества соединительных линий.

Основной недостаток выпускаемого оборудования УАТС — невозможность их эксплуатации без содержания постоянного обслуживающего персонала. В настоящее время разрабатываются и внедряются УАТС с многократными координатными соединителями, что позволяет создавать необслуживаемые станции. Многопроводность координатных соединителей и наличие опознавателя, определяющего номер вызывающего абонента, дают возможность установить для абонента различных категорий требуемые ограничения. При исходящей связи линия такого абонента фиксируется опознавателем и через приборы УАТС и соединительную линию абонента автоматически соединяется с приборами ГАТС. При входящей связи эти абоненты вызываются как обычные абоненты ГАТС. Таким образом, координатная УАТС одновременно для части абонентов выполняет роль подстанции ГАТС, используя общие приборы и соединительные линии.

Для установления дальних телефонных соединений между абонентами различных городов используются междугородные телефонные станции (МТС). Эти станции по методу эксплуатации делятся на МТС заказной, немедленной, комбинированной и скорой систем, по типу коммутационного оборудования — на МТС шнуровой и бесшнуровой систем, автоматические МТС шаговой и координатной систем [17].

Изложенное позволяет предъявить к аппаратуре АТС следующий перечень основных требований [17]:

линия, соединяющая аппарат абонента с АТС, должна быть двухпроводной (внутристанционные соединительные пути для упрощения схем оборудования могут иметь также и большее число проводов);

питание микрофонов абонентских аппаратов должно осуществляться от центральной батареи;

все операции, выполняемые абонентом для установления соединения, должны быть максимально простыми. Вызов станции и отбой должны осуществляться так же, как и при ручном обслуживании. Для набора номера необходимо применять устройство, удобное для пользования и соответствующее принятой на сети нумерации. Прием импульсов набора на станции должен осуществляться чувствительными приборами — реле, воздействующими затем на более мощные электромагниты искателей;

схема станции должна быть построена так, чтобы возможно бо́льшая часть оборудования была бы общей и могла обслуживать всех абонентов или их отдельную группу. Индивидуальное абонентское оборудование должно быть простым. При этом число общих приборов должно быть таким, чтобы абонент не испытывал

неудобства из-за невозможности установить соединение вследствие отсутствия свободных общих приборов, т. е. должно быть обеспечено хорошее качество обслуживания абонентов;

должна быть исключена возможность подключения к занятым общим приборам станции или к линии абонента, занятого другим соединением. В связи с этим в схемах приборов АТС необходимо предусматривать отметку занятости, или, как говорят, блокировку линий, а в искателях — возможность осуществления пробы занятости;

из приборов АТС абоненту должны поступать звуковые сигналы: сигнал готовности (ответ станции), указывающий, что приборы АТС подготовлены для установления соединения и следует начать набор номера; сигнал занятости, указывающий, что вызываемый абонент занят либо что соединение установлено быть не может вследствие отсутствия свободных общих приборов и абоненту следует дать отбой; сигнал посылки вызова, указывающий, что соединение с линией вызываемого абонента установлено, идет посылка вызова и следует ждать ответа;

схемы приборов АТС должны быть построены так, чтобы не вносить в разговор больших затуханий и искажений, а также не создавать шумов и переходных разговоров между отдельными парами разговаривающих абонентов.

К этим требованиям следует прибавить требование, чтобы оборудование АТС было бы дешево как по капитальным затратам, так и по эксплуатационным расходам.

К учрежденческим АТС наряду с общими требованиями предъявляются и некоторые другие, вытекающие из особенностей внутрипроизводственной связи [17]:

организация связи с городскими и другими телефонными станциями с автоматическим или полуавтоматическим способом установления соединения и с ограничением права внешней связи для отдельных абонентов или абонентских групп;

связь УАТС с городскими АТС осуществляется по двух- или трехпроводным соединительным линиям одностороннего действия;

выход с УАТС к ГАТС осуществляется набором одного знака (обычно «0» или «9»);

не все абоненты УАТС имеют право исходящей связи, вследствие чего на УАТС должны иметься устройства ограничения, обеспечивающие подачу абоненту, не имеющему такого права, сигнала занятости, если он набрал цифру «9»;

ограничение внешней связи может быть групповым или индивидуальным. Групповое ограничение не требует какой-либо специальной аппаратуры, но неудобно, так как для перевода абонента из одной группы в другую требуется изменение номера. Более удобным является индивидуальное ограничение, при котором можно ограничить право внешней связи для любого абонента станции;

входящая связь от ГАТС на УАТС должна, как правило, быть полностью автоматической, причем абоненты УАТС, имеющие права внешней связи, должны входить в общегородскую нумерацию. При невозможности включения абонентов УАТС в общую нумерацию абонентов ГАТС, полуавтоматическая входящая связь к УАТС может быть осуществлена путем включения на ГАТС серии входящих соединительных линий в поле стативов типа ЛИУ. Приборы этого типа позволяют передавать импульсы набора через линейный искатель. В этом случае на стороне УАТС входящие соединительные линии включаются в абонентские комплексы. После набора серийного номера данной УАТС абонент ГАТС, получив второй зуммер ответа (от УАТС), должен набрать добавочный номер. Иногда входящая связь осуществляется телефонисткой через «передаточный стол», устанавливаемый на УАТС. Входящие соединения с абонентом УАТС осуществляются либо через ГИ и ЛИ УАТС путем набора требуемого номера телефонистки передаточного стола, либо через поле передаточного стола, в которое включены линии абонентов УАТС, имеющих право внешней связи;

для связи МТС с УАТС обычно используют выделенные входящие соединительные линии с установкой на УАТС соответствующих ГИМ и ЛИМ. При наличии передаточного стола подключение МТС осуществляется через одну-две линии из общей серии входящих соединительных линий к данной УАТС;

предоставление группе абонентов (руководству предприятия, диспетчеру) права подключения к абонентам, занятым местным разговором;

возможность наведения справок без отключения линии, по которой происходит разговор;

возможность автоматического переключения соединения к определенному (другому) абоненту при неответе вызванного абонента в обусловленное время;

возможность циркулярного вызова определенной группы абонентов.

Следует отметить, что находящиеся в эксплуатации АТС обеспечивают не все указанные требования (см. табл. 40).

Оборудование административно-диспетчерской связи отличается от АТС своими функциональными особенностями. Оно обслуживает производственные нужды и предназначено для передачи оперативной производственной информации. В некоторых случаях эти средства должны обеспечивать выделенным абонентам преимущественное право пользования теми или иными видами связи.

Установки административно-диспетчерской связи (АДС) позволяют осуществлять прямую, непосредственную телефонную связь руководителя (диспетчера) с подчиненными ему службами с целью повышения оперативности руководства подразделениями и осуществления контроля за ходом работ и исполнением заданий; дают возможность проводить выборочные циркулярные передачи и совещания с определенным кругом абонентов; позволяют руководителю вести переговоры как с помощью микротелефонной трубки, так и с помощью громкоговорителя [21].

Разновидностью дспетчерской связи является директорская связь. Установки директорской связи имеют улучшенное конструктивное оформление и отличаются от установок диспетчерской связи электрическими характеристиками (см. табл. 43, 44). Оборудование АДС должно отвечать ряду основных технических требований [3]:

обеспечивать прямую двустороннюю громкоговорящую связь между технологически связанными рабочими местами, причем главная станция должна иметь возможность соединяться по радиальной одноступенчатой схеме с несколькими абонентами;

каждое оконечное устройство должно иметь микрофон и громкоговоритель, а оконечное устройство главной станции — переключающее устройство для вызова нужного абонента;

вызов осуществляется голосом. При этом разборчивость приема информации должна обеспечиваться на расстоянии 5—8 *м* при уровне окружающего шума до 75 *дб*;

должна быть предусмотрена возможность подключения диспетчера параллельно к разговору, осуществляемому по прямым связям;

оборудование должно быть компактным, пыле- и влагозащищенным. Аппаратура, устанавливаемая снаружи зданий, должна быть рассчитана на температуру от —40 до +40° С и относительную влажность воздуха до 95% при 20° С, а оборудование, находящееся внутри помещения,— на температуру от +5 до +40° С;

оборудование должно быть надежным в работе и не требовать постоянного технического обслуживания.

Абонентские пункты. Тракты телефонной передачи оборудуют абонентскими телефонными аппаратами, электроакустические свойства которых в значительной мере определяют качество тракта в целом. Поэтому применение некачественных телефонных аппаратов, которые сами по себе не являются дорогими устройствами, может в конечном итоге обесценить сложные и дорогие устройства, входящие в тракт телефонной передачи. Кроме того, эффективность аппарата определяется также удобством пользования им и эстетикой его внешнего вида.

Количество телефонных аппаратов в мире в настоящее время превысило сто миллионов при большом многообразии их типов и видов. В эксплуатации на телефонных сетях СССР сейчас находится несколько десятков типов аппаратов, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью [2]. В последние

годы большое количество телефонных аппаратов поставляется в СССР из социалистических стран (НРБ, ВНР, ЧССР, ПНР и ГДР).

Современные телефонные аппараты (ТА) весьма разнообразны и их можно классифицировать по различным признакам. В зависимости от способа питания микрофона ТА можно разделить на *аппараты местной батареи* (МБ), в которых микрофон получает питание от батареи (гальванических элементов), расположенной внутри корпуса аппарата или поблизости от него, и *аппараты центральной батареи* (ЦБ), в которых микрофон получает питание по проводам абонентской линии от общей аккумуляторной батареи, обычно расположенной на телефонной станции. В зависимости от типа станций, в которые включены телефонные аппараты, последние подразделяются на аппараты телефонных станций ручного обслуживания (РТС) и автоматических (АТС). В аппаратах АТС, в отличие от аппаратов РТС, применяется номеронабиратель. В зависимости от распределения разговорных токов в схемах ТА можно разделить на аппараты: *с переменными схемами, с местным эффектом и противоместные*. Подобное деление основано на различных принципах соединения в аппаратах телефона и микрофона с линией. По месту и условиям применения ТА могут быть: *общего применения, с усилителями* (приема и передачи или только приема), *громкоговорящие, с тастатурным набором, специального назначения* (корабельные, шахтные и др.). В зависимости от конструкции ТА бывают *настенные, настольные, комбинированные* (унифицированные), *переносные*. Конструкция унифицированного ТА допускает применение его в качестве как настенного, так и настольного аппарата. Переносные ТА изготавливаются с индукторным или фоническим вызовом. *Индукторные* переносные аппараты применяют для устройства временной связи, а также для проведения испытаний по определению на линии, *фонические* — для устройства телефонной связи по действующим телеграфным проводам при одновременном телеграфировании и телефонировании. Наибольшее применение получат настольные ТА.

При выборе телефонных аппаратов необходимо учитывать ряд технических требований, предъявляемых к ним: телефонометрические, электроакустические, электрические, механические и климатические [29, 4].

Телефонометрические требования устанавливают определенные величины эквивалентов затухания и разборчивости, которые должен обеспечить телефонный аппарат в заданном тракте передачи; *электроакустические* нормируют амплитудно-частотные искажения, вносимые в тракт электроакустическими преобразованиями и схемой телефонного аппарата, а также качество звонка аппарата; *электрические* определяют входное сопротивление, сопротивление изоляции и другие параметры телефонного аппарата; *механические* нормируют срок службы отдельных частей аппарата, механическую и вибрационную прочность; *климатические* устанавливают диапазон температур, влажность и давление, в которых может работать данный аппарат.

Телефонный аппарат должен нормально работать при температуре окружающей среды от —10 до +45° С, отнссительной влажности до 90% и атмосферном давлении 860—1060 *мбар*. Аппарат должен выдерживать пребывание в среде с температурой от —40 до +50° С без отклонений параметров и без механических повреждений (после доведения его до рабочей температуры). Аппарат, работающий в этих условиях, не должен подвергаться коррозии и нарушениям покрытий.

Сопротивление изоляции ТА в нормальных климатических условиях должно быть не менее 100 *мом*, а электрическая прочность изоляции аппарата должна выдерживать без пробоя или без поверхностного перекрытия 500 *в* эффективного значения напряжения переменного тока частоты 50 *гц* в течение 1 *мин* при мощности пробойной устновки не менее 0,25 *ква*. ТА должен выдерживать без механических повреждений воздействия ударной нагрузки с ускорением $8 \pm 2\ g$, а также воздействия вибрации, создающей ускорение до 3,5 *g*.

Телефонный аппарат должен нормально работать при включении в АТС любой системы с передачей импульсов управления постоянным током с помощью номеронабирателя при номинальном напряжении батареи 60 *в*, сопротивлении питающего комплекса 2×500 *ом* с источником вызывного тока частоты 25—

50 *гц* при эффективном напряжении 75—90 *в*. Он должен также допускать включения в АТС с другим напряжением батареи и с другим сопротивлением питающего комплекса, но его электроакустические параметры при этом могут отличаться от требуемых.

Технические требования на телефонный аппарат являются основным документом, определяющим как направление разработки нового аппарата, так и последующую оценку его как готовой продукции (см. табл. 45—47).

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Схему организации и оборудование телефонной связи выбирают в соответствии с табл. 30 [5]. При этом оборудование подразделяют на две группы [18]:

1) оборудование, объем которого зависит от емкости станции и не зависит от интенсивности пользования телефонной связью, т. е. от величины телефонного сообщения (абонентские линии, абонентские аппараты, а на станции — абонентские комплекты и кросс абонентских линий);

2) оборудование, объем которого зависит от величины телефонного сообщения, емкости сети и станции (соединительные линии между телефонными станциями, приборы соединения и силовое оборудование на станции, здание станции и др.).

Объем оборудования первой группы находится в прямой зависимости от емкости станции. Что же касается объема оборудования второй группы, то для его определения решающее значение имеет установление точного размера и структуры телефонного сообщения в полном соответствии с действительными потребностями. Наиболее сложным при расчете объема оборудования второй группы является определение числа соединительных линий в зависимости от нагрузки в сети связи [15].

В сети телефонной связи в зависимости от способа ее организации предполагается использовать две системы обслуживания потоков вызовов [15]: системы с явными потерями (с отказами) и системы с условными потерями (с ожиданием). В системах с отказами вызовы, поступившие в период отсутствия свободных каналов связи, получают отказ. Такие системы широко используют на ступенях искания декадно-шаговых и координатных телефонных станций (как правило — АТС) [15]. В системах с ожиданием обслуживание вызова производится с ожиданием после освобождения необходимого прибора. Эти системы находят применение для административно-диспетчерской и междугородной связи [30].

Расчет АТС с явными потерями состоит в выборе числа соединительных линий при заданной норме потерь. Исходными данными для расчета являются телефонная нагрузка, потери телефонных сообщений и емкость АТС, или число абонентов.

Телефонную нагрузку рассматривают как статистическую величину и трактуют в смысле среднего значения, которое, в свою очередь, изменяется от часа к часу, ото дня ко дню и т. д. Величина телефонной нагрузки определяется числом предполагаемых занятий соединительных путей (пучков) в час наибольшей нагрузки (ЧНН) [2] и средней длительностью занятий [15]. На сетях общего пользования и производственных АТС распределение вероятности значений нагрузки в ЧНН подчинено нормальному закону [15, 10].

Коэффициент потерь телефонных сообщений, или доля отказов из-за занятости коммутационных или обслуживающих приборов, выражается в промиллях (‰), причем $1‰ = 0,1\%$. Потери телефонной нагрузки подразделяются на явные и условные, а также на потери по нагрузке, по требованиям и по времени [29]. Несмотря на большую актуальность, проблема разработки норм потерь телефонных сообщений для производственных АТС до сих пор не имеет удовлетворительного решения [15], и для ГТС они могут определяться ориентировочно

Таблица 30

Организация телефонной связи

Вид связи	Построение связи	Оборудование		Организация внешней связи	Размещение оборудования	Построение линейных сооружений
		стационарное	абонентское			
Производственная автоматическая телефонная связь	По обслуживанию: от самостоятельной АТС предприятия; от АТС смежного предприятия; от ГТС По возможности совмещения с ДТС: с совмещением; без совмещения	АТС декадно-шаговой системы; АТС координатной системы	По схемным возможностям: телефонный аппарат АТС с обычной схемой; телефонный аппарат с кнопкой для совмещения с диспетчерской связью; телефонный аппарат с оконечным усилителем По конструктивным особенностям: телефонный аппарат в обычном исполнении; телефонный аппарат в исполнении с повышенной надежностью	По ограничению внешней связи: без ограничения; с ограничением для части абонентов; с ограничением для всех абонентов По способу внешней связи: автоматическая связь; связь через коммутатор	Одна станция; несколько станций (при проведении районирования)	По НЧ парам кабеля и воздушным линиям без уплотнения; СВЧ уплотнением; с применением мостовых усилителей
Диспетчерская телефонная связь	По возможности совмещения с ПАТС: с совмещением; без совмещения По системе: лучевая; избирательная	Без усилителей; с усилителями и возможностью проведения циркулярных совещаний	По схемным возможностям: телефонный аппарат ЦБ; телефонный аппарат АТС с кнопкой; телефонный аппарат с оконечным усилителем	С использованием комплектов диспетчерского коммутатора; без внешней связи	Все оборудование в одном помещении с диспетчерской; вспомогательное оборудование (стативы и др.) в аппаратной	С использованием комплексной телефонной сети; по самостоятельным линиям

[15, 12]. В качестве примера в табл. 31 приведены нормы потерь для сельских АТС [28], которые могут быть ориентировочно использованы для ПАТС.

Емкость АТС для предприятий, как правило, устанавливают в расчете один аппарат на 100 рабочих, для сетей общего пользования — один аппарат на 100 жителей [16]. Однако планирование емкости АТС в производственной группе путем сплошного обследования предприятий для выявления их потребности в телефонных аппаратах возможно только при техническом проектировании, которое охватывает, в основном, действующее предприятие.

Таблица 31

Нормы потерь для сельских АТС

Емкость АТС, номеров	Норма потерь телефонной нагрузки, p		
	Развитие перспективы	Ближайшая перспектива	Дальняя перспектива
От 10 до 40	0,3	0,1	0,05
От 40 до 100	0,1	0,05	0,03
Свыше 100	0,05	0,03	0,02

Средние величины телефонной нагрузки, поступающей от одного абонента, могут приниматься равными [15] на станциях емкостью, эрланг:

До 40 номеров . . . . . . 0,04—0,05
40—200 номеров . . . . 0,05—0,06
Свыше 200 номеров . . . 0,06—0,07

Таблица 32

Определение числа односторонних соединительных линий между узловыми и центральными станциями

Количество телефонных аппаратов с правом внешней связи	Рекомендуемое количество двухпроводных соединительных линий для текущего и перспективного проектирования	
	Декадно-шаговая узловая станция	Координатная узловая станция
100	7—10	7—10
200	9—12	8—11
300	12—15	11—13
400	15—17	13—15
500	17—19	15—17
600	19—21	17—19
700	21—23	19—21

Ориентировочное число соединительных линий (односторонних) между узловыми и центральными станциями можно определять по числу телефонных аппаратов с правом внешней связи, включенных во все станции узла (табл. 32) [12]. Этими же данными можно пользоваться для расчета числа соединительных линий при связи оконечных станций емкостью свыше 200 номеров со встречной станцией [15]. При емкости узла станции свыше 700 номеров число соединительных линий рассчитывают по ожидаемой внешней нагрузке, которую определяют в процессе изыскания.

Максимальное число двусторонних соединительных линий для оконечных станций малой емкости приведено в табл. 33 [16].

Таблица 33

Рекомендуемое максимальное число двусторонних соединительных линий для станций малой емкости

Тип оконечной станции	Емкость номеров	Число двусторонних соединительных линий
Декадно-шаговая АТС-50/100	50	4
Координатная АТС-50/100	50, 100, 150, 200	5, 7, 10, 13

При разработке систем телефонной связи с явными потерями для систем управления производством основной задачей является определение следующих показателей [16]:

количества абонентов, которое может быть включено в систему связи и зависит от типа аппаратуры обслуживания и принятых в системе параметров качества обслуживания;

количества телефонных каналов связи, выделяемого для взаимного соединения абонентов системы, которое должно быть ограниченным и в то же время обеспечивающим приемлемое время обращения.

Взаимосвязь этих показателей создает трудности их непосредственного расчета. Поэтому более подробные расчеты выполним для [16] систем с явными потерями при большом (практически неограниченном) числе абонентов ($N \geqslant 100$) и систем с явными потерями при ограниченном числе абонентов ($N \leqslant 100$).

Количество каналов при неограниченном числе абонентов ($N \geqslant 100$) с учетом того, что вероятность поступления вызова зависит от числа каналов связи, рассчитывают по формуле Эрланга [17]

$$p = \frac{\frac{Y^v}{v!}}{\sum_{j=0}^{v} \frac{Y^j}{j!}},$$

где p — норма потерь телефонной нагрузки; v — число каналов связи, обслуживающих приборы; Y — математическое ожидание исполненной телефонной нагрузки, которая может быть обслужена системой за ЧНН.

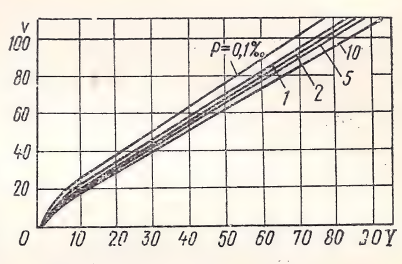


Рис. 58. Графики зависимости $v = f(Y)$ при различных p.

Расчет по формуле Эрланга ведут методом последовательного приближения [14]. Задаваясь различными значениями v, определяют величину p. Тогда число v, при котором p достигнет значения, близкого к заданной величине, и будет искомым. Для упрощения пользования формулой Эрланга составлены расчетные таблицы [16], по данным которых построены кривые (рис. 58, 59).

Недостатком формулы Эрланга является то, что при больших потерях ($10^0/_{00}$) ее применять нельзя. В этом случае используют формулу Е. Н. Бухмана [16]. Однако, учитывая, что потери на телефонных сетях обычно более 10% не допускаются, формула Эрланга находит широкое применение на практике.

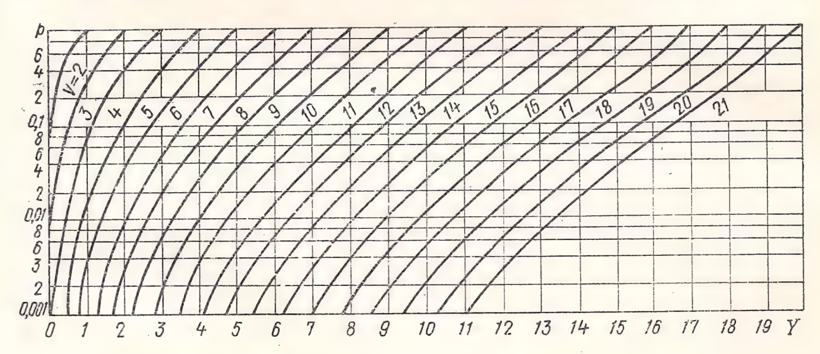


Рис. 59. Графики зависимости $p = f(Y)$ при различных v для $N \geqslant 100$.

Для малых групп формула Эрланга непригодна, так как она выведена в предложении, что $N \to \infty$, и дает более или менее удовлетворительные результаты при числе источников N порядка 100 и выше.

Количество каналов при ограниченном числе абонентов ($N \leqslant 100$) рассчитывают по графикам рис. 60 [16].

Расчет АТС с условными потерями состоит в нахождении следующих параметров [6, 30]: v — числа каналов связи, обслуживающих приборы; τ — допустимого времени ожидания обслуживания; $p(>\tau)$ — вероятности ожидания сверх допустимого времени; γ и γ_0 — среднего времени ожидания в расчете

соответственно на всех абонентов, подавших заявки, и ожидающих абонентов; Y — математического ожидания исполненной телефонной нагрузки.

Номограммы для расчета приведены в работе [6]. Они учитывают три возможных случая:

неограниченное количество абонентов ($N \geqslant 100$), когда вероятность поступления вызова считается независящей от числа занятых каналов;

ограниченное число абонентов ($N \leqslant 100$), которое вводится как самостоятельный параметр;

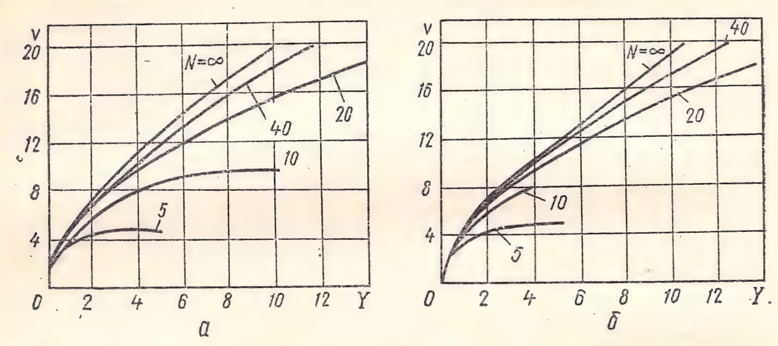


Рис. 60. Графики зависимости $v = f(Y)$ при потерях в $2^0/_{00}$ (*а*) и $5^0/_{00}$ (*б*) для различных N.

предельный случай, когда число абонентов хотя и ограничено, но их потребность в каналах настолько велика, что каждый абонент, закончив разговор, тут же дает новую заявку.

Результаты расчета основных параметров телефонной сети используют затем при ее проектировании [30, 28].

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Станции телефонных сетей должны проектироваться в соответствии с действующей «Временной инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства» СН-202-69, утвержденной Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства, утвержденными эталонами, которые определяют содержание, состав и объем всех проектных документов, действующими правилами противопожарной охраны, правилами техники безопасности и другими материалами, регламентирующими строительство, монтаж и эксплуатацию станций городских телефонных сетей. В проектах необходимо предусматривать применение аппаратуры только промышленного изготовления. В отдельных случаях допускается проектирование нестандартного (нетипового) оборудования, что должно быть обосновано. Новое оборудование, намеченное к выпуску промышленностью, следует предусматривать в проектах в том случае, если выпуск оборудования будет обеспечен к началу строительства.

При проектировании новых и расширении или реконструкции существующих АТС городских сетей общего пользования, предназначенных для обслуживания населения, учреждений и предприятий городов, а также для обеспечения связи междугородных телефонных станций с абонентами городских телефонных сетей и коммутируемых установок, необходимо руководствоваться нормами технологического проектирования (НТП 327—68) [20]. Последние не распространяются на проекты временных и специальных сооружений.

Для проектирования АТС обычно используют следующие исходные данные [26]:

технологическую схему производства с указанием типа применяемого оборудования и производственных мощностей;

производственную структуру предприятия с указанием его цехов, участков, хозяйств и т. п.;

генеральный план предприятия с указанием расположения всех его подразделений, транспортных путей, различных подземных коммуникаций и т. д.;

структурную схему управления предприятием, включая схему диспетчерского управления;

схему потоков информации, циркулирующей в системе управления, с указанием их объемов и норм представления;

требования к надежности передачи различных видов информации, определяемые спецификой управления предприятием;

характеристику физико-климатических условий (колебания температуры, влажность, запыленность, акустические шумы, электрические помехи и т. д.), определяющих работу средств связи в цехах, на участках, агрегатах и т. д.;

технико-экономические характеристики технических средств связи, возможности их стыковки между собой, целесообразность использования различных средств связи в единой системе и т. д.

Комплекс технического оборудования размещают в специально приспособленных для этой цели помещениях [5]: в автоматном зале — соединительные механизмы станции и другое коммутационное оборудование; в помещении кросса — щиты переключений абонентских и соединительных линий, связывающих линейное сооружение АТС со станционными сооружениями; в генераторном зале — моторгенераторы или выпрямители; в аккумуляторном зале — основные и дополнительные аккумуляторные батареи; в вводной шахте — линейные кабели большой емкости (распаиваются на стопарные кабели). В зависимости от необходимости может быть установлена резервная теплосиловая электростанция, размещаемая обычно в отдельном одноэтажном здании.

Площади технических помещений, зависящие от емкости телефонной станции, приведены в табл. 34 [17]. Минимальная высота технических помещений от пола до низа прогона или балки потолка (согласно ведомственным техническим условиям Министерства связи СССР) должна находиться в пределах норм, указанных в табл. 35 [17]. Нагрузки на междуэтажные перекрытия приведены в табл. 36 (согласно ВТУ) [17].

Таблица 34

Рекомендуемая площадь технических помещений АТС

Помещение	Площадь, $м^2$, для АТС конечной емкостью, номеров				
	2000	4000	6000	8000	10000
Автоматный зал	130	210	260	340	450
Кросс при каркасах одинарной высоты	40	50	60	80	90
Генераторная	30	30	55	55	55
Аккумуляторная и кислотная	45	45	45	60	60
Дистилляторная	6	6	6	6	6
Вводная шахта	10	15	20	20	20

Помещения АТС необходимо защищать от проникновения пыли и газов. Температура в технических помещениях должна быть в пределах 10—30° С, относительная влажность — в пределах 45—75%. Технические помещения должны иметь естественное освещение в пределах от 1 : 6 до 1 : 8 [17].

Помещения для ввода линейных кабелей (шахта) необходимо располагать в подвальном этаже здания АТС непосредственно под кроссом или рядом с ним. Высота шахты должна быть не менее 2 *м*, а ее помещение следует отделять от остальных технических помещений огнестойкими перекрытиями и перегородками, а двери в шахту обивать железом. Все технические помещения должны иметь вентиляцию.

При проектировании АТС в случае заданных качественных показателей (норма затухания и гибкости сети) стоимость строительства сети абонентских линий может быть снижена за счет следующих мероприятий [22]:

Таблица 35

Рекомендуемые размеры (по высоте) технических помещений АТС

Помещение	Минимальная высота, *мм*, АТС конечной емкостью, номеров	
	2000	10 000
Автоматный зал:		
декадно-шаговой АТС	3000—3200	3400
машинной АТС при высоте стативов 3100 *мм*	3700	3700
координатной системы АТС	3600	3600
Кросс при установке щитов высоты:		
одинарной	3000	3000
полуторной	3500	3500
двойной	4000	4000
Аккумуляторная	3000	3000
Генераторная и выпрямительная	2750	2750

Таблица 36

Допустимая нагрузка на междуэтажные перекрытия технических помещений АТС

Помещение	Нагрузка на междуэтажное перекрытие на 1 $м^2$, *кг*
Автоматный зал:	
декадно-шаговой АТС городского типа	450
машинной системы	800
координатной системы АТС	800
Коммутаторный зал РТС	350
Кросс при высоте каркасов:	
одинарной	450
полуторной	500
двойной	600

Примечание. В каждом отдельном случае нагрузка на междуэтажные перекрытия должна быть уточнена на основании данных технологического оборудования с целью проверки, не превышает ли фактическая нагрузка величин, указанных в настоящей таблице.

уменьшения диаметра жил кабелей абонентских линий;

уменьшения величины эксплуатационного запаса;

построения сети с таким расчетом, чтобы переустройство ее при развитии было минимальным;

уменьшения средней длины абонентской линии;

использования местных материалов;

принятия обоснованного в экономическом отношении размера запасов на развитие, что в особенности относится к сооружениям телефонной канализации, и т. д.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Станции телефонные сельские

АТС координатной системы АТСК-50/200 предназначена для использования на сельских телефонных сетях в качестве оконечной или узловой [7], допуская расширение емкости от 50 до 200 номеров.

Оконечная и узловая АТС однотипны по составу абонентского оборудования и схемным решениям. В состав оборудования узловой АТС, помимо абонентского

оборудования, входит транзитное оборудование, которое является универсальным: с его помощью оконечная станция может быть превращена в узловую. Кроме того, вместо двусторонних комплектов реле соединительных линий (РСЛО) на узловой АТС устанавливаются двусторонние комплекты внешней связи ШКВ.

В станцию включаются индивидуальные абонентские линии, абонентские линии со спаренными аппаратами, линии монетных автоматов, а также соединительные линии для осуществления межстанционной связи. Максимальное количество абонентских и соединительных линий, включаемых в станцию, приведено в табл. 37. Внутристанционная связь между абонентами осуществляется набором трехзначного номера.

Таблица 37

Максимальное количество абонентских и соединительных линий, включаемых в АТСК-50/200

Емкость для оконечной и узловой АТС	Количество абонентских линий		Количество соединительных линий для станций		Емкость для оконечной и узловой АТС	Количество абонентских линий		Количество соединительных линий для станций	
	индивидуальных	со спаренными аппаратами	оконечной	узловой		индивидуальных	со спаренными аппаратами	оконечной	узловой
50	30	10	5	7—49	150	90	30	10	7—49
100	60	20	7	7—49	200	120	40	13	7—49

Станция обеспечивает совместную работу с любыми другими типами сельских станций (автоматического и ручного обслуживания), а также с городскими. Межстанционная связь осуществляется по двухпроводным соединительным линиям, а также по каналам аппаратуры высокочастотного телефонирования через комплекты РЛС двустороннего действия, которые являются универсальными и обеспечивают передачу сигналов управления и взаимодействия как по физическим соединительным линиям, так и по каналам ВЧ уплотнения. Передача информации осуществляется временным кодом индуктивными и гальваническими сигналами по соединительным линиям и одночастотными сигналами по выделенному сигнальному каналу аппаратуры высокочастотного уплотнения. При межстанционной связи станции с другими сельскими АТС или РТС системы ЦБ используется индуктивный способ передачи сигналов по физическим линиям или передача одночастотных сигналов по выделенному сигнальному каналу аппаратуры ВЧ уплотнения. При связи станции с РТС системы МБ используется гальванический способ передачи сигналов.

Все способы передачи информации (индуктивный, гальванический и одночастотный) обеспечивают передачу следующих сигналов: набора номера декадным кодом, длинного сигнала (сигнал занятия и ответа; при междугородном соединении — сигнал установления соединения и отбоя микротелефонной трубки), короткого сигнала (сигнал занятости вызываемого абонента при междугородней связи) и отбойного сигнала.

Станция предусматривает ограничение внешней связи: индивидуально для каждого абонента по исходящей связи и для 10 абонентских линий по входящей связи. Станция предусматривает возможность подключения дополнительного оборудования, обеспечивающего при установлении исходящей автоматической междугородной связи определение номера и категории вызывающего абонента с передачей этой информации на МТС. Предусмотрена возможность установления пятизначного абонентского регистра для введения закрытой нумерации на телефонной сети.

В системе станции предусмотрена оптическая и акустическая сигнализация о повреждениях и автоматическая передача информации о характере повреждений на центральную станцию.

В качестве основных приборов станции применяются: многократные координатные соединители МКС 20×10×6; МКС 20×20×3; реле телефонные РПН; реле поляризованные РП-4; полупроводниковые приборы. Все приборы размещаются на двусторонних пылезащитных стативах шкафного типа. Комплекты внутристанционной и внешней связи, регистры, сигнально-вызывное устройство выполнены на съемных платах с врубными ножевыми колодками. Для испытания линий и станционного оборудования имеется испытательный прибор ИП-60. Кроме того, для каждой станции поставляются комплекты запчастей, деталей для монтажа оборудования и регулировочных инструментов.

Таблица 38

Состав поставляемого комплекта станций АТСК-50/200

Оборудование	Количество оборудования, шт., для сельской станции емкостью, номеров			
	50	100	150	200
Статив:				
1	1	1	1	1
2	—	1	1	1
3	—	—	1	2
ОС	—/1	—/1	—/1	—/1
ДС	—/1	—/1	—/2	—/2
Устройство вводное	1/—	1/—	2/—	2/—
» »	—/1	—/1	—/2	—/2
» »	—/1	—/1	—/2	—/2
Плата:				
САК	5	10	15	20
РК	3	5	6	6
МК	3	4	5	6
РСЛО	5/—	7/—	10/—	13/—
ШКВ	—/5	—/7	—/10	—/13
РПУ	1	1	1	1
МАК	1	2	3	4
РТ1	—/4	—/5	—/6	—/7
РТ2	—/4	—/5	—/6	5/7
МРИТ	—/1	—/1	—/1	—/1
ПК	—/2	—/2	—/3	—/3
РСЛТ	—/14	—/21	—/28	—/35
ЗИУ	2	2	2	2
Блокиратор	10	20	30	40
Аппарат телефонный	32	64	96	128
Щиток ВЩС	1	1	1	1
Трансформатор ДТН 600/1400	5/14	7/21	10/28	13/35
Прибор ИП-60	1	1	1	1
Полоса защитная	2	4	6	8

Примечание. В числителе приведены данные для оконечной, а в знаменателе — для узловой станций.

Состав оборудования станции приведен в табл. 38.

Сельская телефонная станция «Киянка» рассчитана на 50, 100, 150 и 200 номеров. Ее стационарное оборудование (типа ПТСК-50/200) обеспечивает совместную работу с сельскими и городскими АТС координатной системы, с АТС-47 и АТС-54 декадно-шаговой системы и с междугородными телефонными станциями как ручного обслуживания, так и автоматическими. Межстанционная связь осуществляется по двухпроводным соединительным линиям, а также по высокочастотным каналам, образованным с помощью аппаратуры уплотнения, через комплекты РСЛ двустороннего действия.

Станция питается от источника постоянного тока с номинальным напряжением 60 *в*, работающего в режиме беспрерывного подзаряда с выпрямительным устройством, подключенным к электросети напряжением 220 *в*. При пропадании напряжения переменного тока станция может работать один-два дня от аккумуляторной батареи.

Станция смонтирована в деревянном домике и предназначена для установки в местах, где отсутствуют помещения для монтажа оборудования,— в колхозах и совхозах для организации внутрипроизводственной связи и на строительных объектах, нуждающихся в оперативной связи. Станция может быть в короткий срок доставлена с помощью трайлера в любое место, где она требуется, и в течение одного дня включена в ранее подготовленную телефонную сеть. Монтаж и тренировку аппаратуры осуществляют индустриальным методом до отправки станций.

Станция не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, ее работа дистанционно контролируется центральной станцией.

Станция телефонная автоматическая координатной системы АТСК-100/2000 предназначена для обеспечения телефонной связью сельских районов и учрежде-

ний [7]. В сельских районах станцию используют в качестве оконечной (АТСК-100/2000 СО), узловой (АТСК-100/2000 СУ) и центральной (АТСК-100/2000 ЦС). При работе в качестве учрежденческой телефонной станции она может быть использована как универсальная, в которую включаются абоненты учреждения или городской телефонной сети.

Станция предусматривает возможность включения:

индивидуальных абонентских цепей;

спаренных телефонных аппаратов со взаимной связью и самостоятельными номерами для каждого абонента — до 20 на каждые 100 номеров емкости станции;

монетных телефонных автоматов с электрическим кассированием — до шести на каждые 100 номеров емкости станции;

линий серийного искания к коммутаторным установкам — всего до восьми к четырем различным РТС на каждые 100 номеров емкости;

соединительных цепей с другими сельскими АТС и междугородной телефонной станцией.

В станции использован обходный способ установления соединений и косвенное (регистровое) управление коммутационными приборами. Установление соединений производится с помощью регистров и маркеров. Регистры регистрируют как полный пятизначный и четырехзначный номера вызываемого абонента, так и трехзначные номера, что позволяет на сельских телефонных сетях иметь закрытую пятизначную нумерацию. При этом внутрипроизводственная связь колхозов и совхозов может осуществляться по сокращенной трехзначной нумерации. Маркеры распределены по ступеням и закреплены за блоками. Каждый блок ступеней абонентского группового и регистрового искания имеет индивидуальный маркер, устанавливающий соединение в пределах данного блока. Передача информации о номере вызываемого абонента из регистров в маркеры, а также сигналов управления между регистрами и маркерами осуществляется быстродействующим полярным кодом.

Станция обеспечивает совместную работу с однотипными станциями, с декадно-шаговыми и сельскими АТС. Межстанционная связь с однотипными и декадно-шаговыми АТС осуществляются по трехпроводным соединительным линиям одностороннего действия, а с сельскими АТС — по двухпроводным соединительным линиям двустороннего и одностороннего действия. Передача сигналов взаимодействия между АТС-100/2000 и однотипными станциями, а также с АТС декадно-шаговой системы производится гальваническим способом, а между АТСК-100/2000 и сельскими АТС — индуктивным способом.

Сигналы взаимодействия с аппаратурой выскочастотного уплотнения каналов связи передаются по сигнальному каналу временным кодом с использованием типовых индуктивных комплектов. Транзитные соединения высокочастотных каналов могут осуществляться как по двух-, так и по четырехпроводной системе коммутации.

Входящая междугородная связь с МТС ручного, полуавтоматического или автоматического действия осуществляется по трехпроводным соединительным линиям через входящий шнуровой комплект междугородной связи (ВШКМ или ВШКМА). Исходящая связь центральных АТСК-100/2000 со спецслужбой райцентра осуществляется по двух- или трехпроводным соединительным линиям с передачей вызова переменным или постоянным током.

Схема станции позволяет иметь индивидуальное ограничение права абонентов на исходящую внешнюю и междугородную связь и групповые ограничения входящей внешней сети, а также включать аппаратуру определения номера вызываемого абонента (АОН). Передача информации о номере и категории линии вызывающего абонента осуществляется по разговорному тракту.

В системе станции предусмотрена оптическая и акустическая сигнализация о повреждениях и автоматическая передача информации о характере повреждений станции на центральную станцию.

В качестве основных приборов используются: многократные координатные соединители МКС 20×10×6; МКС 10×20×6; МКС 10×10×12; реле телефонные

РПН, РЭС-14; реле поляризационные РП-4, РП-5; полупроводниковые приборы. Все приборы станции размещаются на однотипных двусторонних пылезащитных стативах шкафного типа. Шкаф разделен на две половинки, имеющие двухстворчатые плотно закрывающиеся дверцы (конструктивно размещение оборудования на стативах таково, что обеспечивается доступ к монтажу каждой несъемной платы и МКС).

Станция состоит из отдельных блоков и стативов: АИ, ГИ, РИ и ОС — соответственно абонентского, группового, регистрового и общестанционного искания,— и комплектуются в следующих вариантах: АТСК-100/2000 СО — емкостью 100—400 номеров; АТСК-100/2000 СУ — емкостью 100—500 номеров; АТСК-100/2000 СЦ — емкостью 300, 400, 500, 600, 700, 800 номеров; учрежденческие АТСК-100/2000 емкостью 100—900 номеров.

Станции нетиповой конструкции или емкости, выше указанной, комплектуют согласно заказу, согласованному с предприятием-изготовителем.

Станция телефонная автоматическая унифицированная УАТС-50/100 предназначена для внутренней телефонной связи отдельных предприятий и учреждений, а также для сельской внутрирайонной и внутрипроизводственной связи [7]. Станция используется в качестве учрежденческой, сельской узловой, сельской оконечной.

При использовании в качестве учрежденческой станция предусматривает совместную работу как с автоматическими телефонными станциями декадно-шаговой системы, так и с ручными станциями системы МБ и ЦБ, а в качестве сельской — совместную работу с любыми другими типами сельских АТС декадно-шаговой системы и с ручными телефонными станциями. Нумерация абонентов двухзначная.

Схема станции построена по принципу «искатель вызова — линейный искатель» (ИВ—ЛИ). Внутренняя связь между абонентами и исходящая связь к внешней сети осуществляются через шнуровые комплекты.

Внешняя исходящая связь учрежденческой станции осуществляется через комплекты исходящих РЛС по двухпроводным соединительным линиям набором двухзначного номера 75. Внешняя входящая связь учрежденческой станции может быть автоматической или через промежуточные аппараты. В первом случае она осуществляется через входящий линейный искатель (ВЛИ) по трехпроводным соединительным линиям, во втором — по двухпроводным соединительным линиям.

Внешняя входящая и исходящая связь сельской станции осуществляются через комплекты РСЛ по двухпроводным соединительным линиям двухстороннего действия.

Входящая междугородная связь осуществляется через линейный междугородный искатель ЛИМ по трехпроводным соединительным линиям с городской АТС. Входящая внешняя связь — без ограничений; для исходящей связи предусматривается ограничение.

В станции предусмотрена оптическая и акустическая сигнализация повреждений.

В качестве основных приборов станции используются искатели типов ШИ 25/4 (РВ); ШИ 50/4 (ИВ); ДШИ (ЛИ, ЛИМ, ВГМ, ВГИМ), реле телефонное типа РПН и реле телеграфное типа ТРМ. Оборудование станции конструктивно выполнено в виде двусторонних напольных стативов шкафного типа. Большая часть приборов смонтирована на съемных платах, включающихся с помощью 20 и 30-контактного ножевых разъемов. Поворотная рама обеспечивает возможность доступа к приборам с монтажной стороны. На станционном оборудовании установлены микрофильтры для подавления радиопомех.

Состав поставляемого комплекта: стативы (количество их определяется видом станции); промежуточный аппарат (для учрежденческих станций); испытательный прибор; щит распределительный; кросс на 100 линий (для учрежденческих станций); комплект инструмента и запасных частей; техническая документация.

Сельская блочная координатная АТС-К-57 предназначена для работы в качестве оконечной станции внутрипроизводственной телефонной связи, в колхо-

зах, внутрирайонной административно-хозяйственной телефонной связи [29].

Станция состоит из общестанционного блока и одного — четырех абонентских однотипных блоков. В абонентские блоки возможно включить шесть цепей с индивидуальными и две цепи со спаренными телефонными аппаратами. Всего в абонентский блок можно включить до 10 телефонных аппаратов. Внутристанционная нумерация абонентских цепей — двухзначная (10—49). Предусматривается взаимная связь между двумя телефонными аппаратами, включенными в общую абонентскую цепь через блокиратор.

Совместная работа с другими сельскими АТС осуществляется по двухпроводным цепям двустороннего действия при индуктивном и гальваническом способах передачи сигналов. Каждый абонентский блок имеет один комплект РСЛ внешней связи. Питание микрофонов аппаратов, посылка вызова, посылка зуммерных сигналов осуществляются из абонентского комплекта.

Каждый 10-й номерной абонентский блок имеет отдельный абонентский регистр. Управляющий комплект является общим для всей станции. После установления соединения абонентский регистр и управляющий комплект освобождаются и могут обслуживать другое соединение.

Питание станции осуществляется от батареи И-60 (54—84 *в*). Потребление тока 10-номерной станцией составляет около 1*а·ч* в сутки.

Станции телефонные городские

Станция телефонная автоматическая городская декадно-шаговой системы АТС-54 предназначена для применения в качестве районной и узловой АТС на городских телефонных сетях любой емкости и нумерации [7]. Станция позволяет осуществлять связь:

с районными АТС по двухпроводным и трехпроводным соединительным линиям с применением комплектов реле РСЛ;

входящую и исходящую междугородную с применением специальных приборов ГИМ и ЛИМ;

двустороннюю с машинными АТС через специальное промежуточное оборудование;

со специальными установками через комплект реле РСЛ;

с коммутаторными установками ручного и автоматического обслуживания;

с удаленными абонентами и таксофонными установками.

Станция позволяет абонентам осуществлять междугородную связь при автоматическом установлении соединения. В станции предусмотрены: сигнально-вызывное устройство, оптическая и акустическая сигнализация о повреждениях и неисправностях, а также проверочно-испытательная аппаратура.

Станция имеет возможность непосредственной совместной работы с другими станциями той же системы и системы АТС-47. Связь с АТС осуществляется через промежуточное оборудование с учрежденческими автоматическими телефонными станциями и коммутаторными установками — через комплекты реле соединительных линий. Абоненты станции имеют возможность ведения междугородной связи по скорой системе при автоматическом установлении соединения. На станции имеется возможность учета потерь по декадам, а также раздельного учета общего числа вызовов и числа исходящих вызовов индивидуально для каждого абонента.

В системе АТС-54 предусмотрена возможность автоматизации всех наиболее трудоемких профилактических проверок.

В качестве основных коммутационных элементов станции используются: реле телефонные с плоским сердечником типа РПН; шаговые искатели ШИ-17; декадно-шаговые искатели ДШИ.

Оборудование станции конструктивно выполнено в виде напольных стативов со съемными платами и приборами с возможностью установки и крепления их на специальных каркасах. Испытательно-измерительный стол оформлен в виде коммутатора напольного типа.

Станции телефонные учрежденческие

Станция телефонная ручная УРТС 100/600 предназначена для ручного обслуживания телефонной связью отдельных предприятий и учреждений [7]. Станция используется для связи между абонентами внутри предприятий или учреждений, а также для их соединения с городской станцией ЦБ или АТС любой системы по методу сквозного набора с трансляцией импульсов. Опрос абонента и посылка вызова вызываемому абоненту осуществляется с помощью опросно-вызывного ключа; при этом штепсели шнуров коммутатора должны быть вставлены в соответствующие абонентские гнезда.

Дежурная телефонистка может вести раздельный разговор с абонентами до и после их соединения. Имеется возможность произвести посылку вызова абоненту по опросному шнуру, если абонент на вызывном шнуре при разъединении требует того же или другого абонента для продолжения разговора.

Соединительные линии предназначены для включения в абонентские комплекты станций ЦБ и АТС любой системы. Предусмотрена возможность ограничения права выхода в город. При подключении на соединительную линию абонента, не имеющего права выхода в город, обеспечивается подача полного отбоя на коммутатор.

С целью упрощения монтажа и увеличения переходного затухания станции переключение разговорных проводов при опросе производится особым реле, которое расположено на одной плате вместе с соответствующими шнуровыми реле.

Для уплотнения работы телефонисток в часы малой нагрузки на станциях емкостью 200 номеров и более можно переключать шнуры на обслуживание с соседнего рабочего места, а на станциях емкостью 100 номеров, ввиду отсутствия необходимости переключения, на место ключа поставлена заглушка, а провода к переключателю сняты и изолированы для возможности использования при расширении станции. Имеется возможность подключения нескольких абонентов к соединительным линиям в ночное время при помощи отдельных шнуров со штепселями.

Дежурная телефонистка имеет возможность набрать номер городского абонента при помощи номеронабирателя коммутатора, если абонент станции не имеет телефонного аппарата с номеронабирателем. Номеронабиратель коммутатора используется также для соединения дежурной телефонистки с городской АТС.

В системе станции предусмотрена оптическая и акустическая сигнализация о повреждениях и неисправностях.

Оборудование станции конструктивно выполнено в виде отдельных коммутаторов напольного типа на одно рабочее место. В состав основного оборудования входят: коммутаторы, аннексы, вызывное или сигнально-вызывное устройство, испытательный прибор, коммутатор старшей телефонистки и стативы соединительных линий. Коммутаторы имеют двухпанельное местное и четырехпанельное многократное поле; станции емкостью 100 и 200 номеров многократного поля не имеют. Источником вызывного и сигнального токов на станциях емкостью 100 и 200 номеров является вызывное устройство; на станциях емкостью 300—600 номеров — сигнально-вызывные устройства.

Коммутатор старшей телефонистки системы ЦБ предназначен для контроля работы телефонисток станции и переговоров по служебным и абонентским линиям. Имеет ламповую вызывную сигнализацию, сигналы которой при нажатой кнопке дублируются звонком. Коммутатор изготовлен в виде настольного пульта ключевого типа. Для учрежденческих станций других систем использован быть не может.

В табл. 39 приведены габаритные размеры и вес аппаратуры телефонных станций.

Станция телефоннная автоматическая шаговой системы УАТС-49 предназначена для внутренней телефонной связи предприятий или учреждений с воз-

можностью связи с городской и другими станциями [7]. В качестве основных приборов станции использованы декадно-шаговые (подъемно-вращательные) искатели типа ДШИ, шаговые искатели с одним вращательным движением на 11 контактов типа ШИ-11, телефонные реле типа РПН. Внутренняя и исходящая связь осуществляется автоматически. Заказ междугородного соединения производится через городскую телефонную станцию.

Входящая связь от междугородной телефонной станции к УАТС-49 при связи по прямым соединительным линиям — полуавтоматическая, с преимуществом для междугородной связи. Телефонистка междугородной станции может подключиться к линии, занятой местным соединением, предупредить требуемого абонента о предстоящем междугородном разговоре и отключить второго абонента кратковременным нажатием ключа сбрасывания. Междугородные приборы АТС обеспечивают передачу на междугородную станцию сигнала о подключении вызываемого абонента. Отбой наступает на любом этапе соединения, как только телефонистка междугородной станции вынимает штепсель из гнезда соединительной линии. В системе станции предусмотрены оптическая и акустическая сигнализация повреждений и неисправностей.

Все приборы автоматного зала размещаются на стативах. Отдельные стативы крепятся болтами на рядовых каркасах напольного типа. Приборы, устанавливаемые на стативах, взаимозаменяемы.

Таблица 39

Некоторые характеристики аппаратуры учрежденческих телефонных станций

Аппаратура	Габаритные размеры, *мм*	Вес, *кг*
Коммутаторы, при емкости станции, номеров:		
100	654×970×1350	203
200	1268×970×1350	400
300	2342×970×1350	640
400	3416×970×1350	870
500	4930×970×1350	1075
600	4744×970×1350	1280
Станционное оборудование:		
вызывное устройство	204×130×478	7,5
сигнально-вызывное устройство	204×175×500	14,5
испытательный прибор	400×400×210	14
коммутатор старшей телефонистки	406×455×213	15

В комплект основного оборудования станции входят: статив предыскателей; комбинированный статив первых групповых междугородных искателей; комбинированный статив линейных искателей; комбинированный статив реле соединительных линий; статив сигнальных устройств и повторителя сигналов; статив второго — четвертого групповых искателей; промежуточный щит; передаточный стол; испытательный прибор станции; испытательный прибор линий.

Домовая автоматическая телефонная подстанция координатной системы ПС-МКС-100 рассчитана на работу без постоянного присутствия эксплуатационного персонала и предназначена для обслуживания телефонной связью жилых массивов [27]. Подстанция может иметь применение на городских телефонных сетях, имеющих опорные станции декадно-шаговой (АТС-47 и АТС-54) и координатной (АТСК) систем. Основное оборудование подстанции состоит из одного двустороннего напольного шкафа, прибора защиты и выпрямительного устройства ВТ61/5. Нумерация абонентов подстанции входит в общую систему нумерации абонентов ГТС.

Питание микрофонов аппарата, включенного в подстанцию, посылка индукторного тока, а также посылка зуммеров готовности станции и контроля производится с опорной АТС.

Подстанция допускает следующие четыре вида телефонных соединений:
исходящую связь от абонентов ПС-МКС-100 к абонентам ГТС;
входящую связь от абонентов опорной станции к абонентам ПС-МКС-100;
внутреннюю связь между абонентами ПС-МКС-100 через опорную АТС;
междугородную входящую связь от МТС к абонентам ПС-МКС-100.

Таблица 40

Основные технические характеристики сельских, городских и учрежденческих АТС

Характеристика	АТСК-50/200	АТСК-100/2000	АТС-54	УРТС 100/600	УАТС-49	ПС-МКС-100
Сопротивление шлейфа абонентской линии (без аппарата), *ом*	Не более 1000	Не более 1000	Не более 1500	Не более 800	0—1000	700
Сопротивление изоляции между проводами и землей, *ом*	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	25
Электрическая емкость между проводами или между каждым проводом и землей, *мкф*	Не более 2	Не более 1	Не более 0,5	Не более 0,5	0—1	—
Скорость передачи импульсов набора номера, *а/сек*	9—11	9—11	—	—	—	—
Питание, *в*	60 (постоянный ток)	60 (постоянный ток)	60 (постоянный ток)	Станционная батарея 24±2	60 (постоянный ток)	24 или 60 (постоянный зуммер); 54—64 (постоянный ток); 127/220 (500 *гц*) (выпрямитель)

Характеристика	АТСК-50/200	АТСК-100/2000	АТС-54	УРТС 100/600	УАТС-49	ПС-МКС-100
Импульсный коэффициент	1,3—1,9	1,3—1,9	—	—	—	—
Сопротивление шлейфа соединительных линий, *ом*	До 1000×2	1000, 2000	1000, 2000	300	—	1500
Сопротивление изоляции между проводами шлейфа соединительных линий, *ом*	20 000 (воздушная); более 50 000 (кабельная)	Не менее 50 000	50 000	—	—	—
Электрическая емкость между проводами шлейфа соединительных линий, *мкф*	Не более 2 (воздушная линия); 4 (кабельная линия)	0,5; 1	1,6	0,5	0,5; 1	—
Температура окружающего воздуха, °C	15—35	15—35	25±10	10—35	15—35	15—35
Относительная влажность воздуха, %	65±12	От 45 до 80	65±10	До 80	До 80	До 80
Гарантийный срок службы, мес.	12	12	18	12	12	—
Габаритные размеры, *мм*	1988×750×433	2550×755×440	2365×420××652	Зависят от емкости станции	Зависят от емкости станции	865×2274×400 (статив); 752×1090×260 (прибор)
Вес, *кг*	236	—	—	Зависит от емкости станции (203, 400, 640, 870, 1075, 1280)	Зависит от емкости станции	—

Основные технические характеристики зарубежных

Характеристика	Релейная УАТС RA-8	Релейная УАТС RA-15	УАТС координатной системы PA-24
Основное назначение станции	Учрежденческая	Учрежденческая	Учрежденческая
Сопротивление шлейфа местной абонентской линии вместе с аппаратом, *ом*	1200	1200	1200
Сопротивление изоляции разговорных проводов между отдельными проводами и между отдельными проводами и землей, *ком*	Не менее 20	Не менее 20	Не менее 20
Активная нагрузка городской линии, *ом*	200	200	200
Импульсный коэффициент номеронабирателя	1 : 1,3—1 : 2	1 : 1,3—1 : 2	1 : 1,3—1 : 2
Скорость обратного хода номеронабирателя, *имп/сек*	9—11	9—11	9—11
Температурные пределы работы, °С	От—10 до+40	От—10 до+40	От—10 до+40
Среднесуточное потребление станции в токе на одну абонентскую линию, *а·ч*	1,25	1,25	Около 1,25
Напряжение питания выпрямителя от сети, *в*	220±10—25%	220±10—15%	220±10%
Габаритные размеры шкафа станции, *мм*	780×250×750	780×250×1120	780×320×1650
Вес шкафа (стойки) станции, *кг*	Около 75	120	200
Емкость	6 местных номеров и 2 городские линии	42 местных номера и 3 городские линии	20 местных номеров и 4 городские линии
Код	КА-1054-0100	КА-1064-0100	КА-1074-0100

Примечания: 1. Напряжение питания телефонной станции 48±4 *в* (постоянный ток).

Таблица 41

автоматических телефонных станций

УАТС координатной системы СА-42	УАТС координатной системы СА-22	УАТС координатной системы СА-102	УАТС координатной системы СА-1002	УАТС системы «Ротари» 7Д-РВХ	АТС системы «Ротари» 7-ДИ
Учрежденческая	Учрежденческая	Учрежденческая	Учрежденческая	Учрежденческая	Городская
1200	1200	До 1200	Не более 1200	1200	1200
Не менее 20	Не менее 20	Не менее 20	Не менее 20	20	20
200	200	200	200	—	—
1 : 1,3—1 : 2	1 : 1,3—1 : 2	1 : 1,3—1 : 2	1 : 1,3—1 : 2	1 : 1,8—1 : 2	1 : 8—1 : 2
9—11	9—11	9—11	7—13	9—11	9—11
От—10 до+40	От—10 до+40	От—10 до+40	От—10 до+40	+20 (оптимально)	+20 (оптимально)
Около 10	Около 0,25	Около 1	0,5	0,5	5
—	220±10%	—	—	—	—
780×320×2000 465×320×2000 (кран и блок питания)	780×320××1650	780×320××2300	764×2350××780	500×260××2200	400×350××3176
250	220	300	150—250	Около 300	350
80 местных номеров и 10 городских линий	20 местных номеров и до 2 городских линий	300 местных номеров и до 30 городских линий	До 2000 местных номеров	200—2000 номеров	100—10 000 номеров
КА-1094-0100	КА-1084-0100	КА-1104-0101	КА-1114-0100	КА-1034-0101	КА-1024-100

2. Относительная влажность 70%.

Первые три вида связи осуществляются по двухпроводным соединительным линиям, четвертый вид связи — по трехпроводным соединительным линиям. Для абонентов подстанции предусмотрена возможность одностороннего и двустороннего отбоя. При междугородной связи освобождением приборов управляет телефонистка МТС. Для связи между ПС-МКС-100 и опорной станцией требуется 45 жил или 23 пары проводов.

Подстанция рассчитана на обслуживание следующей нагрузки: исходящая связь — 4 часозанятия, входящая 3 и междугородная 0,16 часозанятия.

Станция телефонная автоматическая координатная с релейным управлением АТС-К предназначена для использования на нерайонированных и районированных городских телефонных сетях [29]. Основная емкость станции — 10 000 номеров с возможностью построения станции меньшей емкости, кратной 100 номерам. Питание станции — от источника постоянного тока напряжением 60 *в*.

Станция осуществляет следующие виды внешней связи:

с однотипными станциями по двух- и трехпроводным односторонним соединительным линиям, а также по каналам аппаратуры КРР с выделенным сигнальным каналом;

с декадно-шаговыми АТС по односторонним двух- и трехпроводным соединительным линиям, а также по каналам аппаратуры КРР с выделенным сигнальным каналом;

с АТС машинной системы по односторонним трехпроводным соединительным линиям;

с междугородной телефонной станцией по односторонним трехпроводным соединительным линиям спецслужб или заказно-соединительным линиям (заказно-соединительные линии к МТС могут быть образованы каналами аппаратуры КРР с выделенным сигнальным каналом);

с узлом спецслужб по двух- и трехпроводным односторонним соединительным линиям;

с учрежденческими телефонными станциями и подстанциями по односторонним двух- и трехпроводным линиям, а также по каналам аппаратуры КРР с выделенным сигнальным каналом;

с сельскими АТС по двухпроводным односторонним и двухсторонним соединительным линиям через статив РСЛ, предназначенного для связи сельских АТС с АТС-47.

В основу построения станции положен обходной принцип установления соединения с косвенным управлением с помощью регистров и управляющих устройств — маркеров. Предусмотрена возможность включения : односторонних и двусторонних линий монетных автоматов с электрическим кассированием; спаренных телефонных аппаратов без взаимной связи способом диодного разделения.

На станции осуществляется учет телефонной нагрузки. Предусмотрена стативная, рядовая, общестанционная и выносная сигнализация неисправностей. Для проверки правильности работы станционного оборудования, абонентских и соединительных линий предусмотрена проверочная аппаратура. Оборудование АТС-К конструктивно оформлено в виде стативов со съемными и несъемными платами и приборами.

Основные технические характеристики сельских, городских и учрежденческих АТС приведены в табл. 40.

Основные технические характеристики зарубежных (ВНР) учрежденческих и городских АТС приведены в табл. 41 [1].

Станции диспетчерской связи

Станция административной связи «Темп-40» предназначена для обеспечения телефонной связью руководителя с подчиненными [24]. Она имеет одно рабочее место на пульте и рассчитана на включение сорока абонентов.

Станция комплектуется пультом, стативом, телефонным аппаратом секретаря и 39 телефонными аппаратами ЦБ для четырехпроводной линии. Вызов

с центрального пульта станции можно посылать одновременно не более 10 абонентам. Сигнализация вызова — световая и звуковая.

Изготовитель гарантирует безотказную работу станции в течение 12 месяцев.

Установка оперативной телефонной связи УНС-20 предназначена для организации телефонной связи начальника и его секретаря с абонентами АТС, прямыми (местными) абонентами, с четырехпроводными коммутаторами типа САС-40, ДКУ-3М и другими, а также телефонную и громкоговорящую связь между начальником и секретарем [3].

Установка имеет два рабочих места в виде двух отдельных пультов и позволяет включение: шести соединительных линий с АТС или ЦБ-РТС любой системы; 15 двухпроводных линий прямых абонентов с сопротивлением шлейфа до 1000 *ом*; двух соединительных линий с четырехпроводными коммутаторами. Линейные комплекты соединительных линий с АТС могут быть преобразованы в комплекты прямых абонентов путем перепайки нескольких перемычек. Аналогичным образом комплекты четырехпроводных соединительных линий могут быть переоборудованы для включения соединительных линий с АТС.

Схема установки обеспечивает: посылку вызова прямым абонентам и разговор с ними через микрофонную трубку с любого пульта; установление с любого пульта соединения с абонентами АТС по соединительным линиям; световую сигнализацию вызовов от прямых абонентов и по соединительным линиям одновременно на обоих пультах; звуковую сигнализацию вызовов на одном из пультов; переключение звуковой сигнализации всех входящих вызовов на пульт начальника; удержание соединительных линий и повторное подключение к ним; посылку вызова с одного пульта на другой и телефонный разговор между ними; симплексную громкоговорящую связь между пультами; проведение совещаний с участием 3—4 прямых абонентов и одного абонента АТС.

Установка позволяет подключение дуплексного усилителя УД-М1, при помощи которого с пульта начальника могут вестись громкоговорящие дуплексные разговоры с прямыми абонентами и абонентами АТС. Питание осуществляется от сети переменного тока 127 или 220 *в* с помощью собственного выпрямительного устройства с автоматическим переключением на резервный источник постоянного тока напряжением 54—70 *в* при падении напряжения сети.

Станция комплектуется из пульта начальника, пульта секретаря, статива и 20 аппаратов ЦБ. Пульты секретаря и начальника идентичны по конструкции, настольного типа, выполнены из цветной пластмассы, оборудованные управляющими органами «кнопка—лампы». Пульты соединяются со стативом при помощи любого станционного кабеля емкостью 80 жил длиной до 50 *м*. Распайка кабеля у пульта производится в соединительной коробке, соединенной с пультом гибким кабелем длиной 2 *км*.

Станция диспетчерской связи СДС-М-50/100 предназначена для организации на предприятиях и в учреждениях диспетчерской связи как с прямыми абонентами, так и с абонентами УАТС [8]. Станция состоит из: пульта настольного типа; абонентского статива напольного типа; промежуточного статива напольного типа, предназначенного для диспетчерской связи с абонентами АТС (устанавливается на АТС); усилительного устройства, выполненного в виде шкафа настенного типа.

Схема станции обеспечивает: разговор без усиления между диспетчером (оператором) и абонентами; разговор между абонентами и диспетчером через усилительное устройство; циркуляционную передачу диспетчера (выборочной, общей передачи всем абонентам) и проведения конференции с предоставлением слова 1—3 абонентам одновременно; двустороннюю связь по соединительным линиям, выход на радиотрансляционный узел и запись разговора на магнитофон.

Станция обеспечивает дуплексную связь со всеми абонентами. Станция имеет два рабочих места (диспетчера и оператора) и рассчитана на включение: 50 абонентских линий; четырех двусторонних соединительных линий со станцией ЦБ-РТС или АТС любой системы; одной линии выхода динамического микрофона диспетчера на выходе с рабочего места диспетчера на магнитофон для записи;

Таблица 42

Основные технические характеристики установок (станций) диспетчерской связи

Характеристика	«Темп-40»	УНС-20	СДС-М-50/100	«Псков-1»
Количество линий	40 (абонентские); 4 (соединительные)	15 (абонентские); 4 (соединительные)	50/100 (абонентские; 4/8 (соединительные)	—
Напряжение питания, *в*	127/220 (частота 50 *гц*); 60±4 (постоянный ток)	127/220 (частота 50 *гц*); 54—70 (постоянный ток)	127/220 (частота 50 *гц*); 60 (постоянный ток)	127/220 (частота 50 *гц*); 60 (постоянный ток)
Сопротивление шлейфа, *ом*	2000	1000	2000	1000
Длина линии, *м*	100	1000	—	—
Потребляемая мощность, *вт*	120	100	—	150
Габаритные размеры, *мм*	390×140×285	280×300×154 (пульт); 1654×630×300 (статив)	520×318×574 (пульт); 648×300×1173 (абонентский статив); 648×300×1173 (промежуточный статив); 520×280×693 (усилительный статив)	—
Вес, *кг*	—	4,5 (пульт); 85 (статив)	40 (пульт); 70 (абонентский статив); 60 (промежуточный статив); 45 (усилительное устройство)	4,5 (пульт)

выхода циркулярного усилителя на магнитофон для записи; выхода на радиоузел. Допускается увеличение емкости до 100 абонентов и восьми соединительных линий путем спаривания двух станций.

Завод-изготовитель гарантирует безотказную работу станции в течение 12 месяцев.

Установка оперативной телефонной связи «Псков-1» позволяет организовать внутреннюю телефонную связь руководителя с подчиненными. Выпускаются три модификации установок: «Псков-1» — для одного руководителя — один настольный пульт; «Псков-2» — для руководителя и секретаря — два настольных пульта; «Псков-3» — для двух руководителей и секретаря — три настольных пульта. В состав установки входят статив и телефонные аппараты. Установка рассчитана на включение: до шести линий от АТС или от других телефонных станций; до 16 линий прямых абонентов; до двух линий от четырехпроводной установки типа «Темп-40». Схема установки обеспечивает: подключение любой линии с любого пульта (кроме того, руководитель может подключиться к линии, занятой секретарем); возможность переключения всех вызовов на один из пультов; возможность кратковременным нажатием кнопки отключить линию АТС без отбоя (поставить на удержание), после чего можно осуществлять любые другие соединения; возможность телефонной связи между руководителем и секретарем; громкоговорящую связь «руководитель—секретарь» с помощью встроенных в пульты переговорных устройств; громкоговорящую связь руководителя с прямыми абонентами и абонентами АТС с помощью дополнительного дуплексного усилителя.

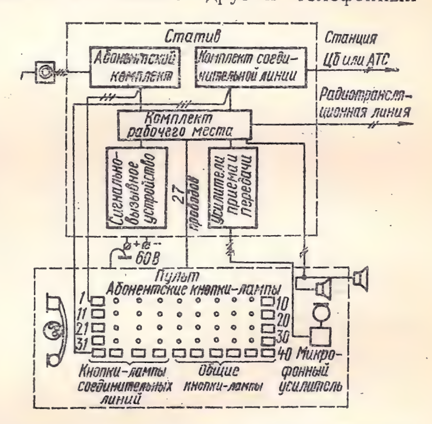


Рис. 61. Структурная схема станции САС-40.

Предусмотрено автоматическое переключение на резервный источник постоянного тока. При отсутствии его пульт автоматически переключается к выбранной линии АТС и работает как обычный телефон.

Основные технические характеристики станций диспетчерской связи приведены в табл. 42.

Станция административной связи САС-40 предназначена для обеспечения телефонной связью руководителя с подчиненными по системе «дуплекс». Станция состоит из пульта и статива напольных типов [11]. Пульт соединен со стативом девятью 20-жильными шнурами с разъемами.

Схема станции обеспечивает (рис. 61): посылку вызова абонентам с рабочего места; разговор с двумя-тремя объектами через микротелефонную трубку; передачу и прием речи через динамический микрофон и громкоговоритель; при разговоре от 1 до 20 абонентов с возможностью перевода части этих абонентов в режим «ожидание»; одновременный вызов руководителем до 20 абонентов.

Станция имеет одно рабочее место на пульте и рассчитана на включение: 40 четырехпроводных абонентских линий с сопротивлением шлейфа до 2000 *ом*; двух двухпроводных соединительных линий со станциями ЦБРТС или АТС любой системы; одной радиотрансляционной линии.

Нормальная работа станции гарантируется заводом-изготовителем на протяжении 18 месяцев при соблюдении температурного режима 10—40° С и относительной влажности 65±15%.

Станция телефонная диспетчерская энергосистем ЭДТС-55 предназначена для связи центрального пункта управления электростанций с абонентами,

находящимися внутри самих электростанций, и с абонентами местных и городских станций РТС, АТС, МТС (по схеме прямого абонента), а также для включения дальних междугородних линий. Кроме того, может применяться в цехах и предприятиях, размещенных на больших территориях, где имеется необходимость, использования линий различных систем — ЦБ, ШБ избирательной связи, каналов ВЧ и др. [17].

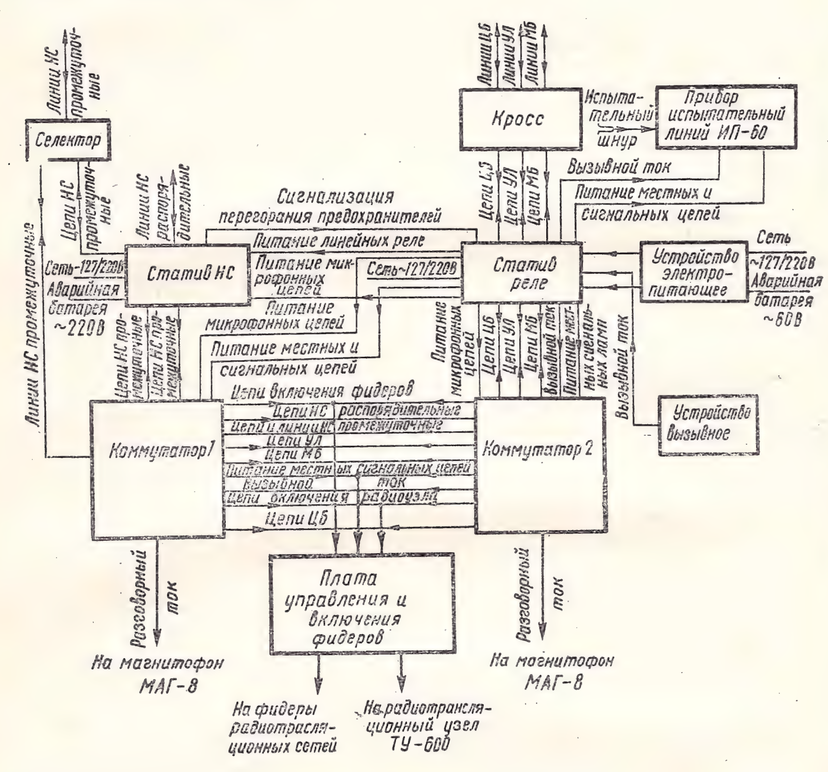


Рис. 62. Структурная схема станции ЭДТС-55.

Станция состоит из двух-трех диспетчерских коммутаторов, статива реле, статива избирательной связи, питающего устройства, испытательного прибора линий, кросса на 150 линий и автоматического регулятора уровня (для магнитофонной записи) (рис. 62).

Имеется возможность комплектовать поля коммутаторов станции абонентскими линиями систем ЦБ, МБ и универсальными соединительными линиями в любом соотношении не более 55, а также тремя линиями избирательной связи, где станция включается как промежуточный пункт, и двумя линиями избирательной связи, где станция является распределительной.

Сигнализация станции — световая, с дублированием звонком. На каждом коммутаторе предусмотрена возможность ведения разговора и вызова независимо от разговоров и вызовов на другом.

Коммутатор обеспечивает: дистанционное управление радиотрансляционным узлом ТУ-600; включение семи фидеров с громкоговорителями и одного

фидера от радиотрансляционного устройства; запись разговора диспетчера с абонентами на магнитофоне.

Рабочее место коммутатора оборудовано телефонным аппаратом АТС, дополнительным микрофоном и динамическим микрофоном.

Станция оперативной связи СОС-30/60 емкостью на 30 или 60 номеров предназначена для организации оперативной телефонной связи в учреждениях, промышленных предприятиях и других отраслях народного хозяйства [3].

Станция обеспечивает связь оператора с абонентами, включенными непосредственно в станцию; с абонентами автоматических и ручных телефонных станций системы ЦБ по соединительным линиям и входящую связь от абонентов по линиям спецслужбы. Предусматривается обслуживание станций двумя операторами с двух рабочих мест. С основного рабочего места обеспечивается возможность проведения оперативных совещаний с группой абонентов по системе громкоговорящей связи «Симплекс». В группу могут входить до 10 абонентов, которым устанавливаются абонентские переговорные устройства громкоговорящей связи (АПУ). Станция обеспечивает вызов всех абонентов по циркулятору и циркулярную передачу. При этом имеется возможность исключения из циркулятора групп по 10 абонентов, которым может быть предоставлена связь с оператором с дополнительного рабочего места.

Станция состоит из пульта, статива напольного типа и 10 настольных абонентских переговорных устройств громкоговорящей связи. Для ведения громкоговорящей связи на станции используется динамический микрофон и громкоговорители, а в абонентских переговорных устройствах — обратимые громкоговорители (работают на прием и передачу).

На лицевой панели пульта расположены приборы управления, сигнализации и коммутации; на стативе — релейные платы абонентских комплектов, вызывное устройство и приборы линейной защиты. Абонентская емкость станции может быть изменена с 60 до 30 номеров путем сокращения количества соответствующих плат абонентских комплектов на пульте и стативе. Питание станции осуществляется от источника постоянного тока, при этом для питания усилителей в станцию введены стабилизаторы для понижения напряжения.

Станция рассчитана на включение следующих двухпроводных линий: 60 или 30 абонентских линий с сопротивлениями шлейфа до 3000 *ом*; двух линий выделенных абонентов; трех соединительных линий спецслужбы с сопротивлением шлейфа до 1000 *ом*; шести соединительных линий двусторонней связи со станциями АТС или РТС ЦБ с сопротивлением шлейфа до 1000 *ом*.

Автоматическая телефонная станция КАТС-20М может обслуживать отдельные строительные организации и предприятия. Рассчитана на емкость 20 номеров, из которых 19 предназначаются для включения обычных абонентских линий, а один — для особой линии [8]. Станция смонтирована в железном корпусе с крышкой. Корпус сварной, металлический, из листового железа толщиной 1 *мм*. В корпусе смонтированы абонентские комплекты, групповое реле, нормальные шнуры, особый шнур, сигнально-вызывное устройство.

Технические характеристики

Сопротивление абонентского шлейфа, *ом*	0—400
Напряжение питания, *в*	24 ± 2 (постоянный ток)
Габаритные размеры, *мм*	1112×180×754
Вес центрального пульта, *кг*	104±3%

Концентраторы и коммутаторы

Концентраторы телефонные КД-6 и КС-6 предназначены для включения в двухпроводные линии нормальных абонентских комплектов нескольких станций ЦБ РТС или АТС любых систем [8]. Оба концентратора обеспечивают: прием вызова; ведение разговора по одной из шести линий или по всем шести одновременно; вызов станции; удержание абонентских линий в случае необходимости

ведения разговора по другой линии. Линия, поставленная на удержание, от разговора отключается.

Вызов абонента концентратора сопровождается тональным акустическим сигналом и горением неоновой лампы соответствующей линии. При работе в комплекте КД-6 у директора, а КС-6 у секретаря концентраторы обеспечивают передачу любой линии с концентратора директора на концентратор секретаря.

У концентраторов предусмотрена дополнительная кнопка включения выносного звонка постоянного тока, имеющего индивидуальное питание. Концентраторы обеспечивают ясную слышимость речи через линию с рабочим затуханием 3,5 *неп* на частоте 800 *гц* при окружающем шуме до 60 *дб*. Вызывные приборы концентраторов работают от источника тока с частотой 16—50 *гц* напряжением 50—70 *в* через кабельную линию длиной 6 *км*. Срок службы разговорно-вызывного переключателя составляет $5 \cdot 10^4$, а номеронабирателя — $5 \cdot 10^5$ срабатываний. Безотказная работа концентратора гарантируется заводом в течение 12 месяцев.

Коммутатор оперативной связи системы ЦБ с двухпроводными абонентскими линиями КОС-22М предназначен для организации оперативной связи двух операторов и начальника по абонентским и соединительным линиям, а также может быть использован для организации диспетчерской связи [8]. Коммутатор имеет два рабочих места и рассчитан на включение 19 абонентских линий, одной линии к аппарату руководителя, двух соединенных двусторонних линий со станциями ЦБ РТС или АТС любой системы.

Схема коммутатора обеспечивает: посылку вызова абоненту и разговор с абонентом без усиления; одновременный разговор со всеми абонентами с рабочего места второго оператора; громкоговорящую связь с одним абонентом с рабочего места второго оператора; разговор по соединительной линии и удержание абонента, вызвавшего коммутатор в случае необходимости наведения справки; отключение соединительной линии от разговорных шин; отключение одного рабочего места первого или второго оператора и подключение аппарата начальника; объединение двух коммутаторов в целях увеличения емкости абонентских и соединительных линий с оставлением только двух рабочих мест.

Телефонный комплект местной связи ТКМС-2 предназначен для оперативной связи между руководителями и службами внутри небольших производственных предприятий и учреждений [19]. Комплект является шестиномерным телефонным коммутатором. Для установки у местных абонентов такие комплекты необходимо доукомплектовать любыми телефонными аппаратами системы ЦБ, РТС (до 5 шт.).

К коммутирующему устройству может быть подключено до пяти двухпроводных линий местной связи и одна двухпроводная линия для включения в абонентский комплект станций ЦБ, РТС или АТС любых систем. Обеспечивает надежную связь основного аппарата с любым из пяти на расстоянии до 40 *км* при наличии стальной воздушной линии диаметром 4 *мм* и на расстоянии до 4 *км* при кабельной линии диаметром 5 *мм*.

Коммутирующее устройство устанавливается на столе, а блок питания — на стене. Комплект предназначен для работы в условиях отапливаемого помещения.

Коммутатор оперативний связи тропический «Кост-22» предназначен для организации оперативной связи операторов и начальника по абонентским линиям в помещениях с кондиционированием воздуха в условиях влажного тропического климата. Может быть использован для организации диспетчерской связи. Имеет два рабочих места.

Коммутатор директорский КД-6А предназначен для организации непосредственной связи между руководителем и его местными абонентами в пределах предприятия [25]. Коммутатор состоит из директорского пульта, микрофона, блока автоматики и шести четырехпроводных абонентских телефонных аппаратов.

Связь между директорским пультом и абонентами внутри предприятия осуществляется по четырехпроводной системе, причем с директорского пульта можно вести разговор при помощи микрофона, динамического громкоговорителя и микротелефонной трубки. Вызов руководителя местным абонентом осуществляется при помощи микротелефонной трубки с абонентского аппарата. Посылка и прекращение вызова, сигнализации занятости по окончании разговора осуществляется автоматически.

Устройство обеспечивает: включение местных четырехпроводных линий; громкоговорящую (на стороне руководителя) и двустороннюю телефонную связь руководителя с любым абонентом директора; циркулярную связь руководителя одновременно со всеми или несколькими абонентами; автоматическое прекращение посылки вызова местному абоненту при его отсутствии на рабочем месте; автоматическое разъединение по окончании разговора после того, как местный абонент положит трубку; принудительное отключение местного абонента (перевод на ожидание).

Устройство обладает акустической сигнализацией о вызове со стороны абонента, продолжительность которой составляет $3\pm1{,}5$ *сек*. При помощи оптической сигнализации осуществляется контроль посылки вызова абоненту. Продолжительность посылки составляет 10 ± 3 *сек*. Блок автоматически может быть установлен в любом помещении, расположенном на расстоянии 10 *м* от пульта.

Коммутатор КД-18 предназначен для организации прямой телефонной связи руководителя предприятия или учреждения с абонентами, расположенными в пределах здания [3]. Он может быть использован также в качестве диспетчерского коммутатора для организации оперативной связи на небольших предприятиях.

Директорский коммутатор позволяет усовершенствовать и рационально организовать управление предприятием или учреждением, облегчая работу руководителя с подчиненными подразделениями и при надобности — громкоговорящую телефонную связь.

КД-18 состоит из пульта, телефонного аппарата секретаря с сигнальным устройством, 17 абонентских телефонных аппаратов и блока реле. В отсутствие руководителя все телефонные сообщения секретарь может принимать на свой аппарат.

Схема КД-18 предусматривает: автоматическое прекращение вызова при отсутствии абонента; автоматическое разъединение после того, как абонент положил трубку; принудительное отключение абонента (перевод на «ожидание»); циркулярное подключение групп абонентов (до 3); выборочное исключение абонентов из циркуляра; возможность приема секретарем (в случае отсутствия руководителя) вызовов и телефонных сообщений абонентов на свой аппарат. Посылка и прием вызова сопровождается оптическим и акустическими сигналами.

Емкость коммутатора — 18 местных абонентских линий (17 четырехпроводных и одна линия связи с секретарем).

Коммутатор КД-36 предназначен для прямой оперативной связи внутри предприятия, производства и учреждения между руководителем предприятия и абонентами данной установки (цехами, службами, отделами и т. д.) [3]. Он может быть использован также в качестве диспетчерского коммутатора. Коммутатор состоит из пульта, шкафа релейных устройств и телефонного аппарата секретаря.

Коммутатор обеспечивает прямую связь руководителя предприятия с 35 абонентами и секретарем. Число абонентов может быть увеличено вдвое при подключении дополнительного шкафа релейных устройств. Кроме того, КД-36 позволяет пользоваться в случае необходимости надежно действующей громкоговорящей связью.

Схема коммутатора предусматривает: автоматическое прекращение вызова при отсутствии абонента; автоматическое разъединение после того, как абонент положил трубку; принудительное отключение абонента (перевод на «ожидание»);

циркулярное подключение шин абонентов (до 3); выборочное исключение абонентов из циркуляра; возможность секретарю (в случае отсутствия руководителя) принимать вызовы и телефонные сообщения абонентов на свой аппарат. Посылка и прием вызова сопровождаются оптическим и акустическим сигналами.

Затухание абонентской линии на частоте 800 *гц* не превышает 1 *неп*. Уровень передачи в абонентской линии составляет 0 *неп*. Мощность на выходе громкоговорителя составляет более 100 *мвт*, а слоговая разборчивость — не ниже 50% при уровне шума в помещении 55 *дб*.

Коммутатор диспетчерский КД-60 предназначен для организации оперативной внутрипроизводственной связи на промышленных эксплуатационных предприятиях и в учреждениях [3]. Применение коммутатора позволяет значительно улучшить контроль за производственными процессами и управление ими и тем самым способствует внедрению НОТ на производстве и повышению производительности труда.

Коммутатор содержит пульт оператора и шкаф с релейным усилительным оборудованием. КД-60 дает возможность оператору поддерживать связь с 60 абонентами. Вызов абонента производится нажатием соответствующей клавиши. Коммутатор можно использовать в качестве базового для организации сети диспетчерской связи емкостью до 360 абонентских номеров. Для этого необходимо установить соответствующее количество коммутаторов КД-60.

Схема коммутатора обеспечивает: соединение оператора с любым абонентом при помощи громкоговорящего устройства или микротелефонной трубки; автоматическое прекращение вызова при отсутствии абонента; автоматическое разъединение после того, как абонент положил трубку; принудительное отключение абонентов (выборочное и общее с переводом на ожидание); соединение двух абонентов между собой при возможности одновременного разговора оператора с третьим абонентом; контроль со стороны оператора за разговором абонентов; проведение оператором общего циркулярного совещания с предоставлением слова тому или иному абоненту; выборочное исключение абонентов из циркуляра; телефонную связь оператора с абонентами городской и учрежденческой АТС; связь оператора с диспетчером, абонентом или оператором другого однотипного коммутатора по передаточной линии.

Коммутатор диспетчерский КД-120 предназначен для организации внутрипроизводственной оперативной связи на крупных промышленных или эксплуатационных предпритиях [3]. КД-120 состоит из двух базовых диспетчерских коммутаторов КД-60 и пульта диспетчера с устройством громкоговорящей связи. Применение коммутатора позволяет значительно улучшить контроль за производственными процессами и управление ими и тем самым способствует внедрению НОТ на производстве и повышению производительности труда.

Абонентская сеть коммутатора КД-120 разделена на две группы, каждая из которых включена в базовый коммутатор и обслуживается оператором. Пульт диспетчера, включенный в оба коммутатора КД-60, обеспечивает руководителю предприятия или диспетчеру возможность соединения с любым абонентом сети. Распределение абонентов диспетчерской сети между двумя операторами создает удобства при обслуживании, так как емкость в 60 абонентских линий является оптимальной для каждого оператора. Для организации сети до 360 абонентов необходимо установить дополнительно соответствующее количество коммутаторов КД-60.

Коммутатор КД-120 обеспечивает: громкоговорящую или телефонную связь диспетчера с операторами коммутаторов КД-60, а через них — с любым абонентом сети; телефонную связь диспетчера по соединительным линиям с абонентами АТС; контроль со стороны диспетчера за переговорами операторов и абонентов; возможность для диспетчера отвечать на вызовы, поступающие от абонентов, при отсутствии оператора на соответствующем базовом коммутаторе; акустическую и оптическую сигнализацию вызовов, поступающих на пульт диспетчера.

Коммутатор допускает включение: 60 местных двухпроводных абонентских

линий; четырех двухпроводных соединительных линий с АТС или ручными коммутаторами любых систем; пяти передаточных линий для связи с однотипными коммутаторами сети диспетчерской связи предприятия; одной линии к усилителю местного радиоузла; двух линий к гнездам «Запись» и «Воспроизведение» магнитофона.

Телефонный комплект местной связи ТКМС предназначен для любой внутренней связи в колхозах, совхозах, на полевых станах и фермах, в мастерских, больницах, институтах, школах, стадионах и т. д. Телефонный комплект может быть установлен всюду, где есть осветительная сеть 127 или 220 *в*. ТКСМ состоит из коммутирующего (основного) аппарата на шесть линий, блока питания и пяти оконечных аппаратов системы ЦБ [11]. При работе с комплектом для посылки вызова с основного аппарата достаточно нажать соответствующую клавишу, а для посылки вызова на основной — снять трубку с абонентского аппарата. Включение основного аппарата в разговорную линию осуществляется путем снятия трубки и нажатия соответствующей клавиши.

Установка ТКСМ обеспечивает: связь основного аппарата с аппаратом любого абонента ЦБ РТС или ЦБ АТС, а также надежную прямую связь основного аппарата с любым из пяти аппаратов, установленных у абонентов, находящихся на расстоянии до 4 *км* при наличии воздушной стальной линии диаметром 4 *мм* и на расстоянии 4 *км* при кабельной линии диаметром 0,5 *мм*; двустороннюю посылку вызова (у основного аппарата акустический вызов дублируется световым сигналом); одновременный разговор с двумя-тремя абонентами; соединение двух абонентов между собой или передачу входящей линии ЦБ любому из них; сигнализацию включения питания; сигнализацию занятости линии при разговоре двух абонентов между собой.

Директорский коммутатор КД-36Д предназначен для организации оперативной телефонной и громкоговорящей связи руководителя с подчиненными службами. В комплект коммутатора входят: пульт, шкаф релейных устройств, телефонный аппарат секретаря и 35 абонентских телефонных аппаратов. КД-36Д выпускается в двух исполнениях, предназначенных для работы по двух- и четырехпроводным линиям.

Схема коммутатора обеспечивает громкоговорящую (на стороне коммутатора) или телефонную связь с абонентами. Предусмотрена возможность перехода с громкоговорящего приема на обычный, для чего достаточно снять микротелефонную трубку с пульта.

Коммутатор представляет руководителю возможность проведения циркулярных совещаний с любыми тремя абонентами, а также принудительное отключение абонентов. В отсутствие руководителя все вызовы поступают на телефонный аппарат секретаря.

Пульт КД-36Д представляет собой малогабаритный настольный коммутатор, оборудованный оптической и акустической сигнализацией о поступлении вызова. При отсутствии абонента на рабочем месте посылка вызова автоматически прекращается.

Громкоговорящий телефонный аппарат АТД предназначен для связи с тремя коммутаторами и с абонентами местной АТС. Заменяя четыре обычных телефонных аппарата, АТД позволяет организовать на предприятии развитую сеть диспетчерской связи, не загромождая рабочего места руководителей подразделений несколькими телефонными аппаратами.

Аппарат состоит из пульта, громкоговорящего устройства, переходной колодки, двухпроводного телефонного аппарата АТС-ЦБ и выносного микрофона. Аппарат обеспечивает возможность включения двухпроводных абонентских линий коммутаторов КД-36Д, КД-60 и КД-120, а также одной линии местной АТС, позволяет установить с коммутаторами обычную телефонную или двустороннюю громкоговорящую связь. Предусмотрена возможность перехода с громкоговорящей связи на обычную телефонную, для чего достаточно снять трубку телефонного аппарата. Предусмотрена световая и звуковая сигнализация о поступлении вызова. Схема и конструкция АТД обеспечивает хорошее качество звуча-

Основные технические характеристики концентраторов

Характеристика	КД-6 (КС-6)	КОС-22М	ТКМС-2	КОСТ-22
Количество линий	6	2 (соединительные); 1 (абонентская)	6	19 (абонентских), 1 (к аппарату начальника), 2 (связь со станциями)
Число рабочих мест	2	2	1	2
Сопротивление шлейфа абонентской линии, *ом*	—	До 800—20 000	—	До 800
Напряжение питания, *в*	60—70 (частота 50 *гц*)	—	127/220 (частота 50 *гц*)	380 (частота 50 *гц*)
Диапазон частот, *гц*	—	—	—	—
Габаритные размеры, *мм*	315×192×150	614×271×306	315×192×150 (коммутирующее устройство); 272×199×87 (блок питания)	550×320×290 (пульт); 443××190×510 (шкаф)
Вес, *кг*	4	22	4 (коммутирующее устройство); 4,2 (блок питания)	19 (пульт); 23 (шкаф)

ния как на приемном, так и на передающем концах линии. Громкоговорящее устройство можно устанавливать на столе или подвешивать на стене.

При поступлении вызова звуковая сигнализация АТД не срабатывает, а подается лишь световой сигнал. Однако построение одного комплекта приема вызовов обеспечивает подачу в этом случае как светового, так и звукового сигналов. Этот комплект обычно подключается к линии, соединяющей с коммутатором руководителя предприятия.

Основные технические характеристики концентраторов и коммутаторов приведены в табл. 43.

Дополнительное оборудование

Автоответчик телефонный городской АТГ является приставкой к телефонному аппарату и предназначен для сообщения заранее записанного ответа при вызове абонента во время его отсутствия [9]. Применение автоответчика позволит значительно сократить загруженность телефонной сети. Автоответчик дает возможность получать полезную информацию в отсутствие абонента. Устанавливается под телефонный аппарат.

Запись сообщения проводится с помощью микротелефонной трубки телефонного аппарата на ферромагнитной ленте шириной 6,25 *мм*.

и коммутаторов телефонной связи

Таблица 43

КД-6А	КД-18	КД-36	КД-60	КД-120
6	18	36 (до 72)	60 (до 360)	120 (до 360)
1	1	1	1	3
400	400	800	1000	1000
127/220 (частота 50 *гц*)	127/220 (частота 50 *гц*)	127/220 (частота 50 *гц*)	127/220 (частота 50 *гц*) и 60 (постоянный ток)	127/220 (частота 50 *гц*)
300—3400 (для усилителей)	—	—	300—3400	300—3400
110×225×210 (пульт); 235×480×138 (блок автоматики)	108×115×250 (пульт); 608×500×195 (блок реле)	122×215×306 (пульт); 950×650×320 (шкаф реле)	168×401×340 (пульт); 1230×800×340 (шкаф реле)	114×225×252 (пульт диспетчера); 168×401×340 (пульт оператора, КД-60); 1230×800×340 (шкаф реле)
1,4 (пульт); 9 (блок автоматики)	2,5 (пульт); 40 (блок реле)	5 (пульт); 70 (шкаф реле)	—	—

Технические характеристики

Максимальная длительность сообщения, *сек*	10—15
Находящаяся в автоответчике магнитная лента обеспечивает запись и воспроизведение сообщений . . .	Более 1000
Напряжение питания, *в*	127/220
Габаритные размеры, *мм*	164×200×80

Устройство телефонное «Автонабор-24» предназначено для работы в качестве абонентного устройства в сетях телефонных станций системы АТС [3, 23]. Устройство обеспечивает: связь при уровне окружающего шума не более 60 *дб* через тракт с общим затуханием линии не более 3,5 *неп*; автоматический набор любого из 24 запрограммированных (предварительно установленных) номеров с числом серий в номере до семи; набор любого номера с помощью номеронабирателя; комбинированный способ набора номера путем автоматического набора групп номеров и набора с помощью камеронабирателя при любом чередовании способов набора; громкоговорящий прием сигналов АТС и ответ вызываемого абонента с возможностью регулирования громкости сигнала.

Устройство допускает параллельное подключение к одной абонентной линии телефонного аппарата АТС по схеме «директор—секретарь». Устройство питается от сети переменного тока и предназначено для работы в стационарных условиях при температуре 15—35° С и относительной влажности воздуха не выше 85% при температуре не более 25° С.

В комплект устройства входят: пульт управления; блок питания и коммутации; два предохранителя ~ техническое описание и инструкция по эксплуатации; паспорт.

Технические характеристики

Максимальное количество номеров, подлежащих программированию	24
Число серий в каждом запрограммированном номере	До 7
Продолжительность размыкания и замыкания импульсной цепи как при автоматическом наборе, так и при наборе номера с помощью номеронабирателя, *м/сек*	90—110
Отношение продолжительности размыкания и продолжительности замыкания, *м/сек*	1,4—1,7
Предел регулирования уровня громкости вызывного акустического сигнала, не менее, *дб*	10
Чувствительность приемника вызывного акустического сигнала, *мва*	До 100
Электрическое сопротивление устройства постоянному току при снятом микротелефоне в положении ~, *ом*:	
горизонтальном	600
вертикальном	320
Напряжение питания, *в*	127/220±10% (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ва*	Не более 60
Габаритные размеры, *мм*:	
пульта управления	325×215×112
блока питания и коммутации	550×265×168
Вес, *кг*:	
пульта управления	4
блока питания и коммутации	20

Видеотелефонный аппарат ВТА предназначается для передачи изображений лиц абонентов при видеотелефонном разговоре. Видеосигнал передается по телефонным парам.

Технические характеристики

Расстояние ВТА до автоматической видеотелефонной станции, *км*	До 3
Число кадров (при черезстрочном разложении) в секунду	25
Число строк в кадре	225
Полоса видеочастот	50 *гц* — 400 *кгц*
Размер изображения, *см*	9×11,5
Диапазон освещенностей, *лк*	150—10 000

Автоматический датчик номеров AN C66 (ГДР) предназначен для облегчения пользования телефоном. Установка состоит из прибора управления и маленького пульта. Прибор AN C66 накапливает до 10 16-значных и 20 восьмизначных номеров и, при потребности, автоматически вызывает абонента после простого нажатия на кнопку пульта. При этом нажатием клавиши номера выбирается нужный абонент, а после нажатия вызывной кнопки производится автоматический набор номера. Номера, подлежащие накоплению, вводятся в аппарат простым переключением штекеров самим абонентом.

Основной вариант аппарата предназначен для двух абонентов. С помощью приставки можно увеличить число абонентов до четырех. По затребованию установка поставляется для накопления 20 16-значных и 40 восьмизначных номеров.

Автоматический номеронабиратель ДШ-11 с применением карточки (Япония) предназначен для мгновенного автоматического соединения с любым абонентом при помощи карточки с запрограммированным телефонным номером. Телефонные номера для карточек запоминания заносятся в двоичной системе при помощи четырех цифр (1, 2, 4, 8) в виде отверстий. Применение карточек позволяет устраивать ограничение в емкости памяти телефонных номеров.

При вставленной в установку карточке с требуемым телефонным номером сигнал автоматически передается телефонному коммутатору до тех пор, пока карточка не будет автоматически извлечена. Установка умеренна в цене, компактна и надежна в эксплуатации.

Таблица 44

Технические характеристики номеронабирателей DШ-11 и DF-8 (Япония)

Характеристика	DШ-11	DF-8
Емкость памяти телефонных номеров, абонентов	Неограничена	Более 28
Допустимое число составных цифр телефонного номера	До 11	До 11
Скорость набора, *импульсов/сек*	10 или 20 (возможно переключение)	10 или 20
Отношение импульса к периоду, %	33±3 (39±3)	33±3 (39±3)
Потребляемая мощность, *вт*	До 12	Примерно 5
Напряжение источника питания, *в*	117 (50 или 60 *гц*)	117 (50 или 60 *гц*)
Габаритные размеры, *мм*	83×160×318	200×320×70
Вес, *кг*	Около 2	3

Таблица 45

Технические характеристики усилителей

Характеристика	УА-1	УС-5	УД-1
Сопротивление абонентских линий, *ом*	500—800	—	500—800
Потребляемая мощность, *вт*	5	—	—
Затухание на выходе, *неп*	—	0,25	—
Неравномерность, *неп*	—	—	5—6
Напряжение питания, *в*	127/220	24 или 48 (постоянный ток)	127/220 (50 *гц*)
Габаритные размеры, *мм*	220×170×165	105×64×60	270×157×176
Вес, *кг*	3,5	0,5	7

Основные технические характеристики

Характеристика	АТ-218	ТАН-60М
Габаритные размеры, *мм*	185×235×125	186×227×116
Вес, *кг*	1,8	1,4
Уровень громкости на расстоянии 0,5 *м* от телефонного аппарата, *дб*	55	65
Затухание тракта, *неп*	4	3,5
Уровень окружающего шума, *дб*	60	60
Разборчивость, %: слоговая словесная	 65 96	 65 96
Срок службы: номеронабирателя, срабатываний гарантийный, мес. разговорно-вызывного переключателя, срабатываний	 — 18 $2 \cdot 10^5$	 Более $5 \cdot 10^5$ 18 $2 \cdot 10^5$
Пределы рабочих температур, °С	0—45	0—45
Относительная влажность окружающего воздуха, %	До 90	До 90
Ударная нагрузка с ускорением	До 10	До 10
Вибрация с ускорением	До 3,5	До 3,5
Вызов станции	Индуктором	Номеронабирателем

* Изготовляется со спиральным микротелефонным шнуром в следующих модификациях: ным розеточным шнуром и шестиклеммной розеткой для включения по схеме директор— зацию вызова и специальную кнопку справок.

Таблица 46

отечественных телефонных аппаратов

ТАН-66*	ТАУ-1-МБ	ТАН-6-МПС	ТА-65	ТАК-47М	ТАК-64
213×195×106	265×194×152	185×145×140	225×207×108	242×147×140	184×235×114
1,5	3,2	1,7	1,2	2	2
70	55	65	65	65	70
—	4	3,5	3,5	2	—
—	60	60	60	60	90—100
75 —	29 80	65 96	70 97	60 95	46—65 90—95
10^6 — $3\cdot10^5$	— 12 Более $1\cdot10^5$	— 12 $2\cdot10^5$	$1\cdot10^6$ 12 $2\cdot10^5$	— 24 $1\cdot10^5$	$5\cdot10^5$ 12 $2\cdot10^5$
От —10 до +45	0—45	0—45	0—45	0—45	От —10 до +45
До 90	70—80	До 90	До 90	До 70	50—80
—	—	До 10	До 10	—	До 10
—	—	До 3,5	До 3,5	—	До 3,5
Номеронабирателем	Индуктором		Номеронабирателем	Номеронабирателем	Номеронабирателем

ТАН-66-1 — с двухжильным розеточным шнуром и розеткой РТ-2; ТАН-66-2 — с шестижиль-
секретарь и по схеме спаренного аппарата через блокиратор ЦБ-5; имеет световую сигнали-

Таблица 47

Основные характеристики телефонных аппаратов социалистических стран

Тип телефонного аппарата	Габиритные размеры, *мм*	Вес, *кг*	Уровень громкости на расстоянии 0,5 *м* от телефонного аппарата, *дб*	Слоговая разборчатость, %	Импульсный коэффициент	Срок службы номеронабирателя, заводов	Продолжительность набора 0, *мсек*	Срок службы разговорно-вызывного переключателя, срабатываний
Т-ТАБ-41 (НРБ)	220×260×120	1,9	65	—	1,4—1,8	100 000	900—1100	100 000
Т-ТАБ-42 (НРБ)	220×260×120	1,9	60—75	72	1,4—1,8	100 000	900—1100	100 000
ТА-64 (НРБ)	240×204×118	1,7	60—75	84	1,4—1,7	100 000	900—1100	200 000
ТА-100 (НРБ)	200×226×110	1,4	62—75	76	1,4—1,7	100 000	900—1100	200 000
СВ-555 (ВНР)	183×240×118	1,9	63	72	1,5—2,0	100 000	1000—10%	200 000
СВ-555-К (ВНР)	183×240×118	2	65—75	75	1,4—1,8	500 000	900—1100	200 000
СВ-666-К (ВНР)	198×230×118	1,5	65—75	75	1,4—1,8	1 000 000	900—1100	200 000
СВ-667-К (ВНР)	198 ×230×118	1,5	70	75	1,4—1,7	1 000 000	900—1100	200 000
W-58 и W-61 (ГДР)	182×228×113	1,5	57	57	1,54—1,84	500 000	900—1100	200 000
W-63 (ГДР)	192×228×113	1,5	55	82	1,4—1,8	500 000	900—1100	200 000
W-66st (ГДР)	192×228×113	1,5	55	85	1,4—1,7	1 000 000	1000±80%	200 000
ЦБ-491 и ЦБ-591 (ПНР)	175×230×130	1,8	65	75	1,3—1,9	500 000	900—1100	200 000
ЦБ-621 и ЦБ-631 (ПНР)	183×230×116	1,5	65—75	75	1,4—1,7	1 000 000	900—1100	200 000
ЦБ-621/65 и ЦБ-631/65 (ПНР)	183×230×116	1,5	65—78	75	1,4—1,7	1 000 000	900—1100	200 000
Т-58 (ЧССР)	185×240×125	1,8	65	75	1,4—1,7	600 000	900—1100	200 000
Т-65 (ЧССР)	200×240×115	1,3	50—70	84	1,4—1,7	600 000	900—1100	200 000
Т-65S (ЧССР)	220×125×125	1,3	50—70	84	1,4—1,8	600 000	900—1100	200 000
Т-66SA (ЧССР)	200×240×115	1,3	70	82	1,4—1,7	100 000	900—1100	200 000
MPS-317 (СФРЮ)	180×240×135	1,8	72	65	1,34—1,55	1 000 000	960—1078	200 000

Таблица 48

Основные геометрические размеры, вес и вид подключения микрофонных и телефонных капсюлей телефонных аппаратов отечественного и зарубежного производства

Тип аппарата	Страна	Год выпуска	Микрофонный капсюль						Телефонный капсюль						Подключение
			Тип	*A*, *мм*	*B*, *мм*	*H*, *мм*	Вес, *г*	Подключение	Тип	*C*, *мм*	*D*, *мм*	*E*, *мм*	*K*, *мм*	Вес, *г*	
ТА-60	СССР	1962	МК-10-СО	3,6	51,0	23,5	48,5	Пружинное	ТА-4	51,5	7,8	25,0	35,0	48,5	На винтах
ТАН-60М	СССР	1964	МК-10-СО	3,6	51,0	23,5	48,5	»	ТА-4	51,5	7,8	25,0	35,0	48,5	» »
ТА-65	СССР	1965	МК-10-СО	3,6	51,0	23,5	48,5	»	ТА-4	51,5	7,8	25,0	35,0	48,5	» »
УДК-3М	СССР	1961	МК-10-СО	3,6	51,0	23,5	48,5	»	ТА-4	51,5	7,8	25,0	35,0	48,5	» »
ТАСт	СССР	1962	МК-10-СО	3,6	51,0	23,5	48,5	»	ТК-47	51,5	5,0	25,5	43,5	100,0	Пружинное
ЦБ-И-58	СССР	1959	МК-10-НО	3,6	51,0	23,5	48,5	»	ТК-47	51,5	5,0	25,5	43,5	100,0	»
ТАУ-03	СССР	1963	ТА-4	7,8	51,5	25,0	48,5	На винтах	ТА-4	51,5	7,8	25,0	35,0	48,5	На винтах
ТАУ-04	СССР	1966	ТА-4	7,8	51,5	25,0	48,5	» »	ТА-4	51,5	7,8	25,0	35,0	48,5	» »
Т-ТАВ-41	НРБ	1961	МК-ЦБ	5,0	48,0	17,0	28,0	Пружинное	Т-КТ-2	49,0	4,5	20,5	43,5	90,0	Пружинное
Т-ТАБ-42	НРБ	1962	МК-ЦБ	5,0	48,0	17,0	28,0	»	Т-КТ-2	49,0	4,5	20,5	43,5	90,0	»
ТА-64	НРБ	1964	МК-ЦБ	5,0	48,0	17,0	28,0	»	КТ-4	51,5	7,5	25,0	35,0	48,5	На винтах
ТА-100	НРБ	1965	КМ-4	5,0	48,0	17,0	28,0	»	КТ-4	51,5	7,5	25,0	35,0	48,5	» »
СВ-555	ВНР	1961	PEV	5,2	55,0	21,0	35,0	»	PEV	46,5	3,5	21,0	39,0	58,5	Пружинное
СВ-555-К	ВНР	1962	MBO	5,2	55,0	21,0	35,0	»	MEO	46,5	3,5	21,0	39,0	58,5	»
СВ-666-К	ВНР	1964	MBO	3,5	51,0	20,5	33,0	»	—	46,5	6,5	20,0	40,0	48,0	На винтах
СВ-667-К	ВНР	1965	MBO	3,5	51,0	20,5	33,0	»	—	46,5	6,5	20,0	40,0	48,0	» »
W-58	ГДР	1961	ZB58	5,2	48,0	17,5	24,5	»	—	48,0	7,5	21,0	43,0	37,5	Пружинное
W-61	ГДР	1962	ZB58	5,2	48,0	17,5	24,5	»	ZBH61	48,0	7,5	21,0	43,0	37,5	»
W-63	ГДР	1963	ZBS-63	5,2	48,0	17,5	24,5	»	H63K	41,3	3,5	18,8	39,0	42,0	На винтах
W-66st	ГДР	1965	ZBS-63	5,2	48,0	17,5	24,5	»	RH 65	41,3	3,5	18,8	39,0	36,0	» »
ЦБ-491	ПНР	1961	СВ-49	5,5	51,5	19,5	48,5	»	—	49,0	7,0	21,0	43,0	47,5	Пружинное
ЦБ-591	ПНР	1961	СВ-49	5,5	51,5	19,5	48,5	»	—	49,0	7,0	21,0	43,0	47,5	»
ЦБ-621	ПНР	1962	СВ-49	5,5	51,5	19,5	48,5	»	—	49,0	7,0	21,0	43,0	47,5	»
ЦБ-631	ПНР	1962	СВ-49	5,5	51,5	19,5	48,5	»	—	49,0	7,0	21,0	43,0	47,5	»
ЦБ-621/65	ПНР	1965	СВ-49	15,5	51,5	19,5	48,5	»	—	49,0	7,0	21,0	43,0	47,5	На винтах
ЦБ-631/65	ПНР	1965	СВ-49	5,5	51,5	19,5	48,5	»	—	49,0	7,0	21,0	43,0	47,5	» »
Т-58	ЧССР	1961	16QJ	5,0	48,0	18,0	28,0	»	16DP	48,0	6,0	21,5	43,0	82,0	Пружинное
Т-65	ЧССР	1964	20LS	5,5	48,0	19,0	33,0	»	20RO	48,0	5,0	21,5	43,0	40,0	»
Т-65-s	ЧССР	1964	20EG	5,5	48,0	19,0	33,0	»	20 G	48,0	5,0	21,5	43,0	40,0	На винтах
Т-66-sa	ЧССР	1965	20LS	5,5	48,0	19,0	33,0	»	20VR	48,0	5,0	21,5	43,0	40,0	» »
MPS-317	Югославия	1964	SK57	4,5	47,5	21,0	25,5	»	—	48,0	6,2	19,0	43,0	55,0	Пружинное
7A	Англия	1963	13C	5,5	58,0	31,5	54,0	На винтах	4T	46,5	6,3	21,5	39,3	36,0	На винтах
SSB	Бельгия	1962	TMC2047-AB	5,8	55,0	19,0	47,0	Пружинное	RCC268/A	46,5	14,0	20,5	39,0	72,0	» »
Bell-500-D	США	1953	T1	5,5	46,0	14,5	35,0	»	—	46,5	14,5	20,5	40,0	82,5	» »
К-701	США	1964	75555	5,5	46,0	14,5	35,0	»	75547	46,5	14,5	20,5	40,0	77,5	» »
«Dialog»	Швеция	1963	RLA20120-1	6,0	51,5	17,5	25,0	»	RLD5294	46,0	14,0	20,0	22,5	53,1	» »
	Швеция	1962	RLA20410	5,0	48,0	15,0	22,8	»	RLD5204	—	—	—	—	—	Пружинное
F-185a	Япония	1962	Т-4	8,5	55,5	19,0	53,5	»	R-4	51,5	3,4	22,0	33,5	54,5	»
DaD-236	Япония	1963	Т-4	8,5	55,5	19,0	53,5	»	R-4	51,5	3,4	22,0	33,5	54,5	»
8365-А	Япония	1958	107-А	4,0	54,8	1,75	32,0	»	204-А	51,5	3,4	22,0	33,5	54 5	»

Полупроводниковый автоматческий номеронабиратель DF-8 с запоминающим магнитным сердечником (Япония) предназначен для мгновенного автоматического соединения с любым из 28 абонентов и может применяться для телефонных аппаратов, работающих на частной телефонной станции с выходом в город. Установка может запоминать телефонные номера более 28 абонентов, состоящие из 11 цифр, путем только проводки провода в запоминающий магнитный сердечник.

Основные технические характеристики номеронабирателей приведены в табл. 44.

Усилитель абонентский УА-1 предназначен для усиления токов звуковой частоты с целью обеспечения громкоговорящей связи, приема циркулярной передачи на динамический громкоговоритель абонента, а также для работы со станцией диспетчерской связи типа СДС-М-50/100 [7]. Кроме того, усилитель дает возможность приема сообщений на микротелефонную трубку абонентского телефонного аппарата, к которому он является приставкой.

Усилитель состоит из усилителя приема и выпрямителя. Выпрямитель питает схему усилителя постоянным напряжением 1,5 *в*. Ток, потребляемый выпрямителем, составляет 60—70 *ма*. Диапазон частот, в котором работает усилитель, находится в пределах 400—2500 *гц*. Нелинейность амплитудной характеристики не превышает 0,4 *неп* при уровне на выходе от —2,5 до —0,5 *неп*.

Сигнализация на звонке громкоговорителя составляет —0,8 *неп* при номинальном уровне входного сигнала —0,5 *неп*.

Усилитель симплексный УС-5 предназначен для проведения симплексной циркулярной передачи с рабочего места оператора на телефонные аппараты 20 абонентов коммутатора КОС-22М [23]. Усилитель помещается рядом с коммутатором. Безотказная работа гарантируется заводом-изготовителем в течение 12 месяцев.

Усилитель дуплексный УД-1 предназначен для усиления речи при передаче с динамического микрофона МД-47 и приема на динамический громкоговоритель при работе с коммутаторами малой емкости КОС-22М [23].

Технические характеристики усилителей приведены в табл. 45 [8].

Основные технические характеристики отечественных телефонных аппаратов приведены в табл. 46 [9], а аппаратов социалистических стран — в табл. 47 [2].

Основные геометрические размеры, вес и вид подключения микрофонных и телефонных капсюлей телефонных аппаратов приведены в табл. 48.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будовокс. Каталог внешнеторгового акционерного общества техники связи. Венгрия. Будапешт, 1969.
2. Губренко И. М., Кучумов Е. В. Телефоннные аппараты АТС. М., «Связь», 1968.
3. Горохов В. В. Диспетчерская и технологическая связь в предприятиях почтовой связи. М., «Связь», 1971.
4. ГОСТ 9686—68. Аппараты телефонные общего применения для автоматических телефонных станций. Технические требования.
5. Зажарский А. Н., Сапожников А. И. Особенности применения и выбор технических средств АСУП. М., ЦНИИТЭИ приборостроения, 1970.
6. Захаров Г. П., Варакосин Н. П. Расчет количества каналов связи при обслуживании с ожиданием (номограммы и таблицы) М., «Связь», 1967.
7. Каталог НИИЭИР «Изделия радиопромышленности». Том II. Аппаратура проводной связи, сигнализация и передачи данных. Выпуск «Станции телефонные». М., 1968.
8. Каталог НИИЭИР «Изделия радиопромышленности». Том. II. Аппаратура проводной связи, сигнализации и передачи данных. Выпуск «Аппаратура диспетчерской связи». М., 1968.
9. Каталог НИИЭИР «Изделия радиопромышленности». Том II. Аппаратура проводной связи, сигнализации и передачи данных. Выпуск «Телефонные аппараты». М., 1967.
10. Кривоногов Ю. А. и др. Определение информационной нагрузки в сетях связи подразделений механизации строительства. — «Механизация и автоматизация управления». 1971, № 6.
11. Лаптев А. А. Механизация и автоматизация инженерно-управленческого труда. М., «Экономика», 1967.

12. Лившиц Б. С. Системы массового обслуживания с конечным числом источников. М., «Связь», 1968.
13. Лившиц Б. С., Григорьев Г. Л. Основы телефонии и телефонные станции сельской и междугородной связи. М., «Связь», 1966.
14. Макол Р. Справочник по системотехнике. М., «Советское радио», 1970.
15. Максимов Г. З., Пшеничников А. П. Телефонная нагрузка местных сетей связи. М., «Связь», 1969.
16. Мархай Е. В. Основы технико-экономического проектирования городских телефонных станций. М., Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1953.
17. Мархай Е. В. и др. Автоматическая телефония. М., Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1960.
18. Милейковский С. Г. и др. Проводная связь. М., «Связь», 1971.
19. Нартов Ю. А. Радиоэлектроника в средствах оргтехники. М., «Знание», 1968.
20. Нормы технологического проектирования (НТП 327-68). Станции городских телефонных сетей. М., «Связь», 1970.
21. Сашенков М. С. и др. Рекомендации по разработке и внедрению диспетчеризации в тресте «Строймеханизации». М., Изд-во литературы по строительству, 1971.
22. Сборник ведомственных технических условий. Нормы электрические (ВТУ 419—57). Министерство связи СССР. М., Связьиздат, 1958.
23. Семенов В. К. и др. Справочник по автоматизации, диспетчеризации и вычислительной технике. Киев, «Будівельник», 1970.
24. Смилянский Г. Л. Справочник проектировщика систем автоматизации управления производством. М., «Машиностроение», 1967.
25. Телефон. Телеграф. Почта. Обзорная информация. Вып. 6. Министерство связи СССР. ЦНИИС. 1965.
26. Технические указания по проектированию связи по железным дорогам Союза ССР. Главтранспроект. Л., 1967.
27. Технические условия. Станция городских телефонных связей. Нормы проектирования (ТУ 327—60). М., «Связьиздат», 1961.
28. Указания по проектированию сельских телефонных сетей. М., «Связь», 1964.
29. Ушаков В. А. и др. Проводная связь. М., «Связь», 1970.
30. Штермер Х. и др. Теория телетрафика. М., «Связь», 1971.

Глава IV. ТЕЛЕГРАФНАЯ СВЯЗЬ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ВЫБОР АППАРАТУРЫ

Телеграфная аппаратура находит самое разнообразное применение. Она позволяет осуществлять обмен телеграммами между отделениями связи, документальную буквопечатающую связь между абонентскими установками предприятий, учреждений и организаций, обмен информацией между вычислительными центрами, ввод и вывод информации из электронных вычислительных машин [6].

При передаче телеграфного сообщения, которое состоит из букв, цифр и знаков препинания, его кодируют, т. е. преобразуют каждый знак в определенное сочетание (кодовую комбинацию) посылок тока, передаваемых по каналу связи.

В буквопечатающей аппаратуре, которая широко распространена в телеграфной связи, используют равномерный код (табл. 49).

Буквопечатающие аппараты делятся на ленточные и рулонные [2]. Ленточные аппараты используют, в основном, на телеграфных узлах и в отделениях связи, а рулонные — в системах абонентского телеграфирования и в качестве устройства вывода информации из ЭВМ.

Приемная телеграфная аппаратура может регистрировать кодовые комбинации знаков на бумажной ленте в виде комбинации отверстий (реперфораторы) или графической записи (ондуляторы), а также может осуществлять обратное преобразование кодовых комбинаций в знаки телеграфного сообщения, печатаемые на бумажной ленте или на рулоне бумаги.

По методам работы телеграфные схемы разделяют на симплексные и дуплексные. При *симплексной* схеме возможна только поочередная передача сообщений в одном из направлений, а при *дуплексной* — одновременная передача сообщений

Таблица 49

Равномерный код

Регистры			Кодовая посылка					Стоповая посылка
латинский	русский	цифровой	1	2	3	4	5	
A	А	—	×	×	—	—	—	×
B	Б	?	×	—	—	×	×	×
C	Ц	:	—	×	×	×	—	×
D	Д	«Кто там»	×	—	—	×	—	×
E	Е	З	×	—	—	—	—	×
F	Ф	Э	×	—	×	×	—	×
a	Г	Ш	—	×	—	×	×	×
H	Х	Щ	—	—	×	—	×	×
I	И	8	—	×	×	—	—	×
J	Й	Ю	×	×	—	×	—	×
K	К	(	×	×	×	×	—	×
L	Л	)	—	×	—	—	×	×
M	М	.	—	—	×	×	×	×
N	Н	,	—	—	×	×	—	×
O	О	9	—	—	—	×	×	×
P	П	0	—	×	×	—	×	×
a	Я	1	×	×	×	—	×	×
R	Р	4	—	×	—	×	—	×
S	С	' (апостроф)	×	—	×	—	—	×
T	Т	5	—	—	—	—	×	×
U	У	7	×	×	×	—	—	×
V	Ж	=	—	×	×	×	×	×
W	В	2	×	×	—	—	×	×
X	6	1	×	—	×	×	×	×
Y	6	6	×	—	×	—	×	×
Z	3	+	×	—	—	—	×	×
«Возврат каретки»			—	—	—	×	—	×
«Перевод строки»			—	×	—	—	—	×
Латинский	Латинский	Латинский	×	×	×	×	×	×
Цифры	Цифры	Цифры	×	×	—	×	×	×
Пробел	Пробел	Пробел	—	—	×	—	—	×
Русский	Русский	Русский	—	—	—	—	—	×

Примечание. «×» — токовая посылка; «—» — бестоковая посылка.

в обоих направлениях. Буквопечатающие телеграфные аппараты чаще всего включаются по симплексным схемам телеграфирования [4].

При передаче телеграфных сообщений (рис. 63) может быть использован постоянный ток при телеграфировании по проводным каналам и переменный ток тональной и высокой частот при телеграфировании по каналам дальней связи и радиоканалам.

На промышленных предприятиях телеграфная связь применяется для передачи внутрипроизводственной, оперативной, учетно-отчетной информации, информации по материально-техническому снабжению и др. в вышестоящие инстанции и органы ЦСУ, а также комплектующим организациям, заводам-поставщикам и др.; кодированной информации — на вычислительные центры [8].

Телеграфной связью для передачи внутрипроизводственной информации пользуются в тех случаях, когда имеется необходимость в представлении передаваемой информации потребителю в документированной форме и за короткие промежутки времени. По данным статистики [1], промышленные предприятия передают в день до 100-150 телеграмм (приблизительно такое же количество телеграмм они получают) и используют при этом либо средства телеграфа общего пользования, либо абонентский телеграф.

Телеграфные аппараты внутрипроизводственной связи, как правило, устанавливаются у диспетчеров, на машиносчетных станциях, в лабораториях и не имеют коммутирующих станционных устройств, позволяющих осуществлять выбор абонента. В случае, когда появляется необходимость размещения в одном пункте

нескольких телеграфных аппаратов, на предприятии устанавливают телеграфную станцию автоматической или ручной коммутации, соответствующей емкости. Соединение абонентов между собой производится по требованию кого-либо из них с помощью коммутационных устройств станции или посредством организации транзита на станционном операторском пункте.

Схему организации телеграфной связи на предприятии выбирают на основании технико-экономического расчета [1]:

$$P_{\text{т. а}}(N_1 - N_2) + C_{\text{л}}\left(\frac{1}{2} N_1 l_{\text{ср1}} - N_2 l_{\text{ср2}}\right) > P_{\text{ст}},$$

где $P_{\text{т. а}}$, $C_{\text{л}}$ и $P_{\text{ст}}$ — стоимости соответственно телеграфного аппарата, одной километропары линии связи и сооружения телеграфной станции (величины $P_{\text{т. а}}$ и $P_{\text{ст}}$ выбирают по фактическим данным на основании действующих прейскурантов); N_1 и N_2 — количество телеграфных аппаратов соответственно при органи-

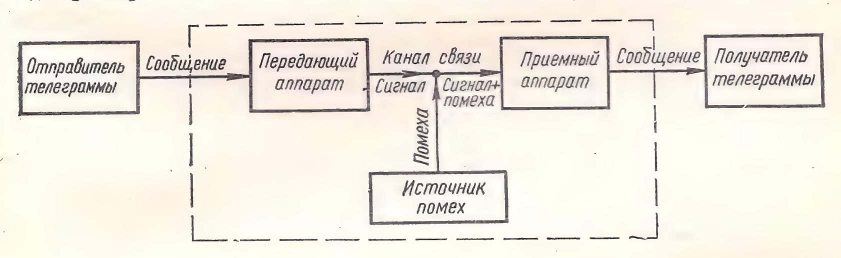


Рис. 63. Схема передачи телеграфного сообщения по каналу связи.

зации прямых связей и размещении телеграфной станции; $l_{\text{ср1}}$ и $l_{\text{ср2}}$ — средние длины соответственно прямых связей и расстояний от телеграфной станции до включаемых в нее аппаратов.

Так как передача информации по сети телеграфа общего пользования оплачивается в зависимости от количества слов в одной телеграмме и количества телеграмм («подепешная» плата), то рентабельность установки точки абонентского телеграфа для внешней связи промышленного предприятия будет обеспечена 7], если

$$V_{\text{пер}} \geqslant \frac{A}{P'_{\text{ц. т}} + P''_{\text{ц. т}} \frac{1}{v_{\text{ср}}} - \frac{P_{\text{а. т}}}{N_{\text{э}}}},$$

где $V_{\text{пер}}$ — выраженный в словах объем информации, передаваемой предприятием в месяц; A — месячная арендная плата за эксплуатацию всех точек абонентского телеграфа, установленных на предприятии, руб.; $P'_{\text{ц. т}}$ — тарифная стоимость передачи одного слова по сети телеграфа общего пользования, руб.; $P''_{\text{ц. т}}$ — тарифная «подепешная» плата на сети телеграфа общего пользования, руб.; $v_{\text{ср}}$ — среднее количество слов в одной телеграмме, передаваемой по сети телеграфа общего пользования; $P_{\text{а. т}}$ — тарифная стоимость одной минуты переговоров по сети абонентского телеграфа, руб.; $N_{\text{э}}$ — эксплуатационная пропускная способность телеграфного аппарата, *слов/мин*.

При составлении схем организации телеграфной связи и расчетах объема оборудования необходимо знать техническую и эксплуатационную пропускную

способность телеграфных аппаратов. *Техническая* пропускная способность определяется количеством переданных слов за один час работы при полном использовании производительности аппарата, достигаемой при передаче одного знака за каждый оборот передатчика:

$$F_т = 60\frac{n}{a},$$

где n — число оборотов распределителя в минуту; a — среднее количество знаков в одном слове (обычно принимают [1] для ленточных стартстопных аппаратов $a = 8,5$, а для рулонных $a = 9,0$. В величину a включают перевод регистров, перевод строки, возврат каретки).

Например, при $n = 400$ *об/мин* и $a = 8,5$

$$F_т = 60 \cdot \frac{400}{8,5} \approx 2823 \text{ слов/ч.}$$

Эксплуатационная пропускная способность учитывает неизбежные затраты на работы вспомогательного характера [8]:

$$F_э = \frac{nv_{ср}(60 - t_1)}{av_{ср} + kt_2},$$

где $v_{ср} = 26 \div 28$ [1]; t_1 — время нормированных перерывов и подготовительно-заключительных работ в течение часа работы; t_2 — время на выполнение вспомогательных работ по передаче телеграммы (величина t_2 зависит от ряда факторов. Обычно принимают $t_1 = 2 \div 3$ *мин*, а $t_2 = 0,15 \div 0,8$ *мин* [1]).

Например, при $n = 400$

$$F_э = \frac{400 \cdot 28\,(60 - 2)}{8,5 \cdot 28 + 40 \cdot 0,5} \approx 1500 \text{ слов/ч.}$$

Для расчета оборудования центральных телеграфных станций (ЦТС) необходимо располагать величиной $A_{с.\,г}$ среднегодового обмена по каждой отдельной связи (телеграмм в год). Кроме этого, на основании изучения статистических данных должны быть определены следующие расчетные коэффициенты: m — среднее количество слов в телеграмме; $к_с$ — коэффициент суточной концентрации, учитывающий увеличенный обмен в отдельные сутки по сравнению с среднесуточным обменом; $к_ч$ — коэффициент часовой концентрации, показывающий, какую часть суточного обмена составляет обмен в ЧНН; $к_н$ — коэффициент недогрузки, учитывающий дополнительный обмен при предоставлении обхода на дальней связи.

Имея эти данные, вычисляют обмен в ЧНН, *слов/ч* [9]:

$$A_{ЧНН} = \frac{A_{с.\,г}\, m\, к_с к_ч к_н}{360}.$$

Для магистральной связи можно принять $к_с = 1,2$; $к_ч = 0,1$ и $к_н = 1,15$, а для внутриобластной и городской связи — $к_с = 1,2$; $к_ч = 0,15 \div 0,2$: $к_н = 1$.

Первым этапом расчета количества телеграфных аппаратов (комплектов) является определение числа секторов (аппаратов), необходимого для обработки обмена на данной связи [9]:

$$n = \frac{A_{ЧНН}}{W_{с.\,э}},$$

где $W_{с.\,э}$ — эксплуатационная производительность сектора, *слов/ч*.

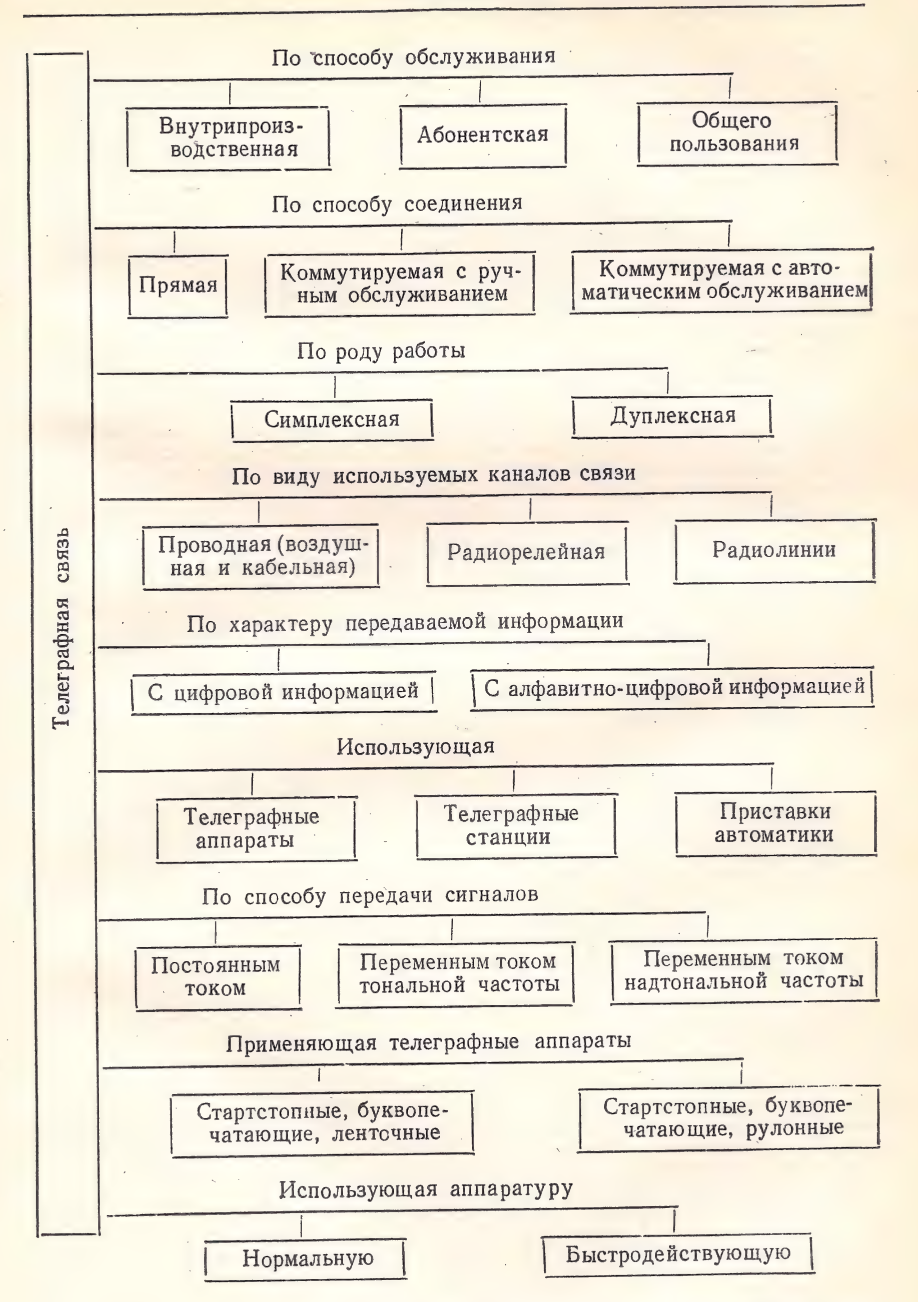


Рис. 64. Классификация систем телеграфной связи,

С целью обеспечения нормальной эксплуатации ЦТС должен быть предусмотрен не менее чем 10-процентный резерв аппаратуры.

Для увеличения пропускной способности и надежности телеграфной связи применяют средства автоматизации (трансмиттеры, перфораторы, реперфораторы), которые позволяют текст, подлежащий передаче, предварительно заготовить на специальном накопителе (бумажной ленте), тщательно сверить и после этого осуществить скоростную передачу практически без участия оператора. Применение автоматизированной передачи оказывается особенно эффективным на сети абонентского телеграфа, так как при этом значительно уменьшается время занятия канала, а следовательно, и величина эксплуатационных расходов.

Конкретный тип телеграфной аппаратуры обычно выбирают в зависимости от характеристик канала связи, требований к форме телеграфного сообщения и необходимой пропускной способности. На магистральных линиях связи обычно применяют системы тонального телеграфирования, которые представляют собой аппаратуру вторичного, а системы надтонального телеграфирования — первичного уплотнения линий. Метод частотного уплотнения получил наибольшее распространение, так как позволил использовать весь частотный диапазон телефонного канала, создать в нем значительное количество независимых телеграфных каналов и применить в каждом из них телеграфную аппаратуру разных типов с различной скоростью передачи [3].

Выпускаемая отечественной промышленностью аппаратура частотного телеграфирования подразделяется на аппаратуру тонального ТТ-17П3 и тонального и надтонального ТНТ-6 телеграфирования. Аппаратура ТТ-17П3 может работать совместно с комплектами ранее выпускающейся аппаратуры ТТ-17П1, ТТ-17П2 или ТТ-12/17. Аппаратура ТНТ-6 включает в себя ряд модификаций, обеспечивающих организацию двусторонней телеграфной связи. Аппаратура ТТ-5 рассчитана на параллельную работу с ранее выпускавшейся аппаратурой ТТ-12 и ТТ-17П. Аппаратура НТ-4 обеспечивает совместную работу с ранее выпускавшейся аппаратурой надтонального телеграфирования НТ-4М-4.

Виды телеграфной связи приведены на рис. 64.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

Быстродействующая телеграфная аппаратура

Комплект передающей радиотелеграфной аппаратуры КТ-2 предназначен для скоростной автоматической передачи с перфорированной ленты сигналов кода Морзе по проводной или радиотелеграфной связи [2]. Комплект состоит из трансмиттера Т-2-12 или Т-2-110, трех катушек для подготовленной перфорированной ленты и одной консоли типа К-5 для отработанной ленты.

Головка трансмиттера состоит из сигнального и лентопротяжного механизмов, смонтированных в общей цилиндрической коробке. Сигнальный механизм обеспечивает подачу сигналов в линию, а лентопротяжный — продвижение перфорированной ленты.

Ондулятор О-7 предназначен для записи телеграфных сигналов на бумажной ленте [2]. Применяется в радиотелеграфной и другой связи, работающей кодом Морзе.

Ондулятор осуществляет одновременную запись чернилами на стандартной бумажной ленте шириной 12 *мм* двух телеграфных сигналов, поступающих на входы аппарата в виде двумерных посылок прямоугольной формы.

Конструкция ондулятора включает в себя следующие основные узлы, смонтированные на общем основании — цоколе: две автономные пишущие головки с механизмом управления; лентопротяжный механизм; механизм управления столиком и лентонажимным роликом; две кассеты для чистой ленты; консоль отработанной ленты. Аппарат снабжен фильтром для подавления помех радиоприему.

Основные характеристики быстродействующей телеграфной аппаратуры приведены в табл. 50.

Таблица 50

Основные характеристики быстродействующей телеграфной аппаратуры

Характеристика	КТ-2	О-7
Скорость передачи, *стандартных международных слов/мин*	14—300	5—312
Питание, *в*	Постоянный ток: 12 (трансмиттер Т-2-12); 110 (трансмиттер Т-2-110)	127/220 (50 *гц*) и 110 (постоянный ток)
Потребляемая мощность, *вт*	40	До 80
Вес аппарата, *кг*	11,5	20
Вес консоли для отработанной ленты, *кг*	1,5	—
Температура окружающей среды, ° С	От + 15 до + 35	От +5 до +40
Относительная влажность, %	60	До 95
Тип электродвигателя	Шунтовой постоянного тока	Постоянного тока типа М
Гарантийный срок службы, лет	—	1
Скорость протягивания ленты, *м/мин*	—	1—15
Частота манипуляции пишущей головки, *гц*	—	2—125
Габаритные размеры, *мм*	420 × 230 × 208	652 × 445 × 436

Буквопечатающая телеграфная аппаратура

Аппарат телеграфный ленточный СТА-М-67 предназначен для передачи и приема телеграмм по проводной и радиотелеграфной связи в различных схемах телеграфирования [2]. Аппарат СТА-М-67 является модернизацией аппарата СТА-2МФ. По сравнению с последним он дополнительно оборудован следующими приставками автоматизации: автоответчиком барабанного типа емкостью 20 знаков, который срабатывает после получения последовательно комбинаций

«Цифры» и «Кто там»; автостопом, который через 1 *мин* после прекращения работы останавливает аппарат; счетчиком времени работы; счетчиком знаков в строке, который позволяет аппарату СТА-М-67 работать совместно с рулонным аппаратом; звонковой сигнализацией, которая позволяет подозвать к аппарату телеграфиста.

В аппарате СТА-М-67 применена новая схема стабилизации скорости электропривода, обеспечивающая повышенный срок службы регулятора, подшипники скольжения регистровой оси и оси передатчика переведены на подшипники качения, изменена конструкция механизма продвижения красящей ленты, а также внесен ряд других конструктивных и технологических изменений.

Аппарат телеграфный ленточный «Вереск—Чинара» предназначен для передачи и приема телеграмм по проводной и радиотелеграфной связи в различных схемах телеграфирования [2]. Аппарат является однократным буквопечатающим аппаратом пятиэлементного кода с клавиатурой пишущей машинки, работающим на стандартной бумажной ленте. Аппарат может работать с любым отечественным или зарубежным стартстопным телеграфным аппаратом, использующим международный телеграфный код № 2, при условии соблюдения между спаренными аппаратами одинаковой скорости телеграфирования. Аппарат допускает раздельную работу на прием и передачу и состоит из двух основных легкоразъемных частей: передающей и приемной. Передача может осуществляться вручную (с клавиатуры) или автоматически, от перфорированной ленты (с трансмиттера). Возможна автоматическая передача выбранной группы знаков после получения соответствующего запроса.

Клавиатура аппарата четырехрядная со стандартным расположением клавиш. Передатчик одноконтактный и работает как в одно-, так и в двухполюсном режиме. Привод аппарата установлен в приемной части и включает в себя электродвигатель постоянного тока ДТ-242 и зубчатую передачу. Аппарат имеет блочную конструкцию. Достоверность работы — не более одного искажения на 100 000 знаков.

Аппараты телеграфные рулонные РТА-60 «Риони», РТА-60 ВТ «Риони» предназначены для передачи и приема телеграмм по проводной и радиотелеграфной связи в различных схемах телеграфирования, а также в вычислительной технике, комплексах автоматизации производственных процессов и механизации управленческих работ в качестве устройства ввода и вывода информации.

Аппарат РТА-60 «Риони» является однократным буквопечатающим стартстопным телеграфным аппаратом пятиэлементного кода с клавиатурой пишущей машинки, с печатью на рулонную бумагу шириной 215 *мм*. Устройство может работать с любым отечественным или зарубежным телеграфным аппаратом, использующим международный телеграфный код № 2, при условии соблюдения между спаренными аппаратами одинаковой скорости телеграфирования.

Аппарат допускает раздельную работу на прием и передачу. Он состоит из передающей (клавиатура, передатчик, трансмиттер, автоответчик) и приемной (приемно-наборный механизм, блок печати, функциональный дешифратор, реперфоратор, автостоп) части с приводом. Клавиатура аппарата четырехрядная со стандартным расположением клавиш.

Передатчик одноконтактный рассчитан на работу как в однополосном, так и в двухполосном режимах. Передача может осуществляться вручную или автоматически, от перфорированной ленты. Аппарат приводится в действие электродвигателем постоянного тока ДТ-42, скорость вращения которого стабилизирована центробежным электроконтактным регулятором.

Аппарат РТА-60 ВТ «Риони» является модификацией аппарата РТА-60 «Риони» и преимущественно применяется в вычислительной технике, системах автоматизации производственных процессов и механизации управленческих работ. В аппарате отсутствуют приборы автоматики: реперфоратор, трансмиттер, автостоп, автоответчик, счетчик времени работы. Печатающий механизм выполнен двухрегистровым, в отличие от трехрегистрового печатающего механизма аппарата РТА-60. Достоверность работы — не более одного искажения на 100 000 знаков.

Таблица 51

Основные характеристики буквопечатающей телеграфной аппаратуры

Характеристика	СТ-2МФ	СТА-2МФ	СТА-М-67	«Вереск — Чинара»	РТА-60 «Риони»	РТА-60ВТ «Риони»	«Риони»
Скорость работы, *знаков/мин*	360; 400	360; 400	360; 400	360; 400; 600	400; 600	400	400; 600
Скорость телеграфирования, *бод*	45; 50	45; 50	45; 50	45; 50; 75	50; 75	50	50; 75
Искажения передатчика на скорости, %: 50 *бод* 75 *бод*	 5 —	 5 —	 5 —	 3 5	 3 5	 3 —	 3—5 —
Исправляющая способность на скорости, %: 50 *бод* 75 *бод*	 35 —	 35 —	 35 —	 40 38	 40 38	 40 —	 Более 38 —
Габаритные размеры, *мм*	470×468×325	530×470×325	530×470×325	460×375×360	432×252×524	445×530×260	230×410×465
Потребляемая мощность, *вт*	80	80	80	80	50	55	50
Вес, *кг*	30	35	35	23,5	25	25	28
Температура окружающей среды, ° С	0—45	0—45	0—45	0—50	0—50	0—50	0—45
Относительная влажность, %	95	95	95	95	До 95	До 95	95
Гарантийный срок службы, мес.	24	24	24	18	12	12	—
Дальность действия по проводным линиям, *км*	300	300	300	300	—	—	—
Ток линейной цепи, *ма*	40—50	40—50	40—50	20—70	20—70	20—70	20—50
Контактное деление передатчика	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Среднее время безотказной работы, *ч*	Не менее 150	Не менее 150	Не менее 200	Не менее 150	130	130	Не менее 130
Питание, *в*	127 (50 *гц*) или 110 (постоянный ток)	127 (50 *гц*) или 110 (постоянный ток)	127 (50 *гц*) или 110 (постоянный ток)	127 (50 *гц*), имеется выпрямитель	127 (50 *гц*) или 110 (постоянный ток)	127 (50 *гц*) или 110 (постоянный ток)	127/220 (50 *гц*)
Промежуток времени между чистками и смазками аппарата, *ч*	48	48	48	48	48	48	—

Автоматизированный рулонный буквопечатающий телеграфный аппарат «Риони» предназначен для передачи и приема текстовой информации по магистральным, городским и абонентским линиям связи (как по физическим цепям, так и по каналам, образованным путем частотного уплотнения) [2]. Он может быть использован в качестве конечного оборудования в системах передачи данных и оборудован приборами автоматизации: трансмиттерной и реперфораторной приставками, автоответчиком и автостопом.

Аппараты телеграфные ленточные СТ-2МФ, СТА-2МФ предназначены для передачи и приема телеграмм по проводной и радиотелеграфной связи в различных схемах телеграфирования [2]. Выпускаются взамен СТ-2М и СТА-2М и являются однократными буквопечатающими стартстопными аппаратами пятиэлементного кода с клавиатурой пишущей машинки, работающей на стандартной бумажной ленте. Аппаратура имеет два буквенных регистра (русский и латинский) и один цифровой. Клавиатура четырехрядная со стандартным расположением клавиш.

Аппараты состоят из следующих частей: движущего механизма, передающей и приемной частей, цоколя с монтажной электрической схемой и вспомогательными приборами.

Отличие аппаратов СТ-2МФ и СТА-2МФ (за исключением габарита и веса) заключается в том, что последний оборудуется приставками автоматики типа СТАП: реперфорирующей П и трансмиттерной Т. Реперфорирующая приставка предназначена для автоматического приема транзитных телеграмм на стандартную перфораторную ленту шириной 17,5 *мм*, а трансмиттерная — для автоматической передачи телеграмм, подготовленных путем перфорации на стандартной бумажной ленте.

Передача информации осуществляется вручную, с клавиатуры. Передатчик аппаратов — многоконтактный. Для окраски знака при печати в приемной части используется красящая одноцветная стандартная лента. Привод аппаратов осуществляется от универсального коллекторного электродвигателя ДТА-40 с центробежным регулятором скорости. Аппараты имеют фильтры для подавления помех, создаваемых электроприводом и контактной системой передатчика.

Основные характеристики буквопечатающей телеграфной аппаратуры приведены в табл. 51.

Приборы автоматики к телеграфным аппаратам

Приставки автоматики СТА Ппредназначены для автоматизации телеграфного аппарата СТ-2МФ [2] и представляют собой два механизма: реперфорирующий П и трансмиттерный Т. Реперфорирующая приставка П в комплекте с аппаратом СТ-2МФ обеспечивает атвоматический прием транзитных телеграмм на стандартную перфорационную ленту шириной 17,5 *мм*, а также может быть использована в качестве перфоратора для предварительной заготовки телеграмм на перфорационной ленте. Привод приставки осуществляется от приемной части аппарата через систему рычагов. Трансмиттерная приставка Т в комплекте с аппаратом СТ-2МФ обеспечивает автоматическую передачу телеграмм, подготовленных путем перфорации на стандартной бумажной ленте. Привод приставки осуществляется от запорного ножа передатчика через приводную скобу

Трансмиттер стартстопный Т-50М (Т-50МС30М) предназначен для автоматической передачи телеграмм, набранных на перфорированной ленте [2], и представляет собой телеграфный передатчик, автоматически преобразующий кодовые комбинации, записанные на перфоленте, в импульсные, посылаемые в линию.

Трансмиттер может работать независимо в качестве передающего аппарата или в схеме совместной работы с рулонным (ленточным) стартстопным аппаратом. Устройство состоит из собственно трансмиттера, распределителя и электродвигателя. Прибор снабжен фильтрами для ослабления помех.

Включение трансмиттера осуществляется посредством 30-контактной колодки (Т-50М с 30М) или вилок (Т-50М). Величина искажений передаваемых посылок составляет 3%.

Перфоратор П-1 предназначен для предварительного накопления телеграфного текста путем перфорирования бумажной ленты по коду Морзе для дальнейшей автоматической передачи [2]. Перфоратор представляет собой клавиатурный аппарат для перфорации бумажной ленты и состоит из следующих основных узлов: клавиатуры, перфорирующего, лентопротяжного, спускового и распределительного механизмов, возвращающей коретки, электродвигателя, консоли бумажной ленты, высокочастотного фильтра.

В зависимости от напряжения питания цепи электродвигателя перфораторы выпускают двух видов: П-1-110 и П-1-12 с электродвигателями постоянного тока напряжением соответственно 110 и 12 *в*.

Перфоратор П-1 имеет четырехрядную клавиатуру (44 клавиши с русским и латинским алфавитами и цифрами от 0 до 9, комбинаторную клавишу и педаль пробела). Перфоратор снабжен фильтрами для подавления помех.

Основные характеристики приборов автоматики к телеграфным аппаратам приведены в табл. 52.

Таблица 52

Основные характеристики приборов автоматики к телеграфным аппаратам

Характеристика	П	Т	Т-50М	П-1
Шаг перфорации, *мм*	2,5	2,5	—	2,5
Габаритные размеры, *мм*	185×138×222	84×76×55	455×208×245	500×295×310
Вес, *кг*	5	5	16	16
Среднее время безотказной работы, *ч*	150	150	—	—
Гарантийный срок службы, мес.	24	24	12	—
Промежуток времени между чистками аппаратов, *ч*	48	48	96	—
Скорость перфорирования, *бод*	—	—	50	—
Скорость работы, *знаков/мин*	—	—	400	400
Питание, *в*	Привод от приемной части аппарата	Привод от запорного ножа передатчика	127 (50 *гц*) или 110 (постоянный ток)	Постоянное напряжение 12 (для П-1-12) и 110 (для П-1-110)
Мощность, потребляемая электроприводом, *вт*	—	—	Не более 120	20

Примечания: 1. Код — пятиэлементный международный № 2. 2. Температура окружающей среды 0—45° С. 3. Относительная влажность 95%.

Приставка автоматики СТАП-М-67 предназначена для автоматизации телеграфного аппарата СТА-М-67 [7] и дает возможность использовать аппарат для ручной и автоматической работы в стационарных и полевых условиях.

В комплект приставки входят: реперфораторная приставка П (СТ-М67), трансмиттерная приставка Т (СТ-М67), запасные части и инструмент.

Технические характеристики

Скорость работы, *знаков/мин*	360; 400
Ширина телеграфной ленты, *мм*	17,5
Габаритные размеры, *мм*:	
реперфоратора	182×187×216
трансмиттера	84×75,5×54,5
Общий вес, *кг*	5

Передатчик клавиатурный КП предназначен для использования в качестве передающего устройства при обучении телеграфистов работе на стартстопных телеграфных аппаратах без задействования последних [2]. Учебные клавиатуры выполнены на базе СТ-2МФ, снабжены пюпитром и откидной крышкой. Работа обучаемых контролируется аппаратом СТ-2МФ с помощью коммутатора и специальной приставки.

Технические характеристики

Габаритные размеры клавиатуры, *мм*	350×330×110
Вес клавиатуры, *кг*	8
Вес коммутатора, *кг*	3
Скорость работы обучаемых, *знаков/мин*	200—250

Автоответчик АСТ-3 предназначен для автоматического ответа на вызывающую станцию, оборудованную стартстопными телеграфными аппаратами [5]. Автоответчик является приставкой, состоящей из нескольких узлов и деталей, устнавливаемых на аппарате СТА-2М и работающих во взаимодействии с его механизмами.

Технические характеристики

Количество знаков передаваемого текста	19
Габаритные размеры, *мм*	180×120×75
Вес, *кг*	0,51

Автостоп АС-3 предназначен для автоматического выключения электродвигателя на аппарате СТ-2М (СТА-2М) через 1 *мин* после прекращения работы и включения электродвигателя путем нажатия клавиши русского алфавита «РУС» (при коде № 2 — клавиши «ЛАТ») перед началом работы [7]. Привод автостопа обеспечивает работу счетчика, учитывающего время работы аппарата.

Технические характеристики

Время срабатывания автостопа, *сек*	60
Емкость счетчика времени работы, *ч*	10 000
Габаритные размеры, *мм*	105×85×70
Вес, *кг*	0,4

Электронный размножитель телеграфных сигналов РТЭС-1 предназначен для подачи однополюсных или двухполюсных телеграфных сигналов от одного источника (испытательных датчиков, телеграфных аппаратов, каналов тонального телеграфирования и др.) на входы нескольких (до 20) телеграфных аппаратов или каналов [5, 7]. Применение размножителя, с которого можно вести одновременно передачу текста нескольким адресатам, позволяет ограничиться установкой на телеграфах только одного централизованного датчика.

В качестве коммутационного устройства используют электронное реле, которое надежно в эксплуатации и обеспечивает высокую надежность коммутации. Искажения, вносимые данным коммутирующим устройством, значительно меньше, чем те, которые вносятся устройством, выполненным на электромагнитных реле.

Питание прибора осуществляется от линейных батарей телеграфного аппарата, что исключает необходимость дополнительных источников питания. При-

бор выполнен переносным со съемным кожухом и поворотными платами, что обеспечивает свободный доступ ко всем деталям схемы. Прибор работает в двух режимах: выдачи однополюсных и двухполюсных посылок.

Технические характеристики

Амплитуда выходных посылок, не менее, *в*:	
в однополюсном режиме	—90
в двухполюсном режиме	±45
Величина краевых искажений, вносимых прибором, %	Не менее ±1
Длительность фронта выходных импульсов (от амплитуды импульсов), %	Не более 20
Входное сопротивление, *ом*	Более 900
Напряжение питания, *в*	60 (от двух линейных батарей с заземленным минусом)
Габаритные размеры, *мм*	480×175×385
Вес, *кг*	10
Условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	10—40
относительная влажность, %	До 80 (при температуре +20° С)

Телеграфный стартстопный регенератор телеграфного аппарата РЭСТА-1 предназначен для улучшения технико-эксплуатационных характеристик стартстопных телеграфных аппаратов путем повышения исправляющей способности приемника аппарата, снижения искажений передатчика, повышения устойчивости работы аппарата при приеме посылок с дроблениями, повышения устойчивости работы аппарата на воздушных линиях с повышенной утечкой, повышения устойчивости аппарата к ложным стартам [6].

Регенератор нормально работает при температуре окружающего воздуха 50—40° С, относительной влажности 65 ± 15%.

Технические характеристики

Продолжительность работы	Сутки
Скорость телеграфирования, *бод*	50
Применяемый код	Пятиэлементный с 7,5 контактным делением
Искажение на выходе передающей части регенератора, %	До 3
Исправляющая способность приемной части регенератора по краевым искажениям, %	Не менее 45
Исправляющая способность приемной части регенератора по дроблениям, %	Не менее 8
Защита от ложного пуска при прерываниях длительностью, *мсек*	До 7,5
Наработка на отказ, *ч*	Не менее 2000
Напряжение питания, *в*	127/220 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ва*	До 20
Габаритные размеры, *мм*	224×125×10
Вес, *кг*	10

Стоимость регенератора РЭСТА-1 в серийном производстве 330 руб.

Универсальный вызывной прибор УВП-2 предназначен для установки в абонентских и оконечных пунктах, а также на служебных рабочих местах телеграфных коммутационных станций сети абонентского телеграфа и прямых соединений [2]. Прибор обеспечивает подключение телеграфных аппаратов СТ-2М, РТА-60 «Риони», РТА-М, ЛТАМ и Т-51 в цепи коммутационных телеграфных сетей, оборудованных станциями АТА-50, АТА-57, АТА-М, АТА-МК, АТА-КС, АТА-К, АПС-Ш, АПС-К и ТВ-39.

Дополнительные возможности и особенности прибора по сравнению с существующими вызывными приборами: работа по четырехпроводным линиям и каналам ТТ без применения ПУА; прием и фиксация повторного сигнала ответа станции в процессе установления соединения; питание прибора от сети переменного тока 127/220 *в* и постоянного тока 120 *в*; шунтировка передатчика телеграфного аппа-

рата при входящем вызове во время работы «на себя»; одновременная двусторонняя работа по четырехпроводному тракту; осуществление сигнализации и автоматического переключения вызывного прибора в исходное состояние (через 10 *сек*) при обрыве линии во время работы; применение тиратронов с холодным катодом в качестве сигнальных ламп.

Технические характеристики

Питание местных цепей прибора	От источника переменного тока напряжением 127/220 *в* для всех режимов или постоянного тока напряжением 120 *в*
Питание моторной цепи прибора	От источника переменного тока напряжением 127/220 *в* или постоянного тока напряжением 120 *в*
Режим работы	1. Работа по однопроводным и двухпроводным линиям (в том числе по жилам городского кабеля) методом однополосного телеграфирования с непосредственным включением электромагнита телеграфного аппарата в линию при величине рабочего тока 40—60 *ма* и токе покоя 3—8 *ма*; 2. То же, с включением электромагнита телеграфного аппарата через трансляционное реле при величине рабочего тока 20—30 *ма*; 3. Работа по четырехпроводным (двухпроводным) линиям и каналам ТТ методом двухполюсного телеграфирования с разделением цепей приема и передачи
Габаритные размеры, *мм*	117×203×385
Вес, *кг*	8,3

Аппаратура телеграфная коммутационно-соединительная

Коммутатор телеграфный линейно-батарейный ЛБК-80 предназначен для коммутации линейных проводов и напряжений, линейно-электрических измерений и испытаний телеграфных аппаратов [2]. Устройство включает в себя коммутатор ЛБК-80 и микротелефонную трубку.

Коммутатор ЛБК-80 обеспечивает: включение, выключение, замену любого телеграфного провода, канала и коммутацию линейных напряжений в целях наиболее рационального использования каналов связи; электрические измерения и испытания линейных проводов; измерение линейных напряжений; испытание телеграфных аппаратов; внутреннюю служебную телефонную связь между кроссом и аппаратными залами. Коммутационное поле коммутатора рассчитано на включение 80 дуплексных телеграфных аппаратов двухполюсного питания.

Технические характеристики

Емкость связей	80 (или 160 однопроводных линий)
Питание, *в*	От 60 (батарейное) до 200
Габаритные размеры, *мм*	200×906×760
Вес, *кг*	203
Температура окружающей среды, °С	5—45
Относительная влажность, %	До 80
Гарантийный срок службы, мес.	24

Абонентская станция автоматической системы малой емкости АТА-М предназначена для автоматического соединения транзитных, входящих и исходящих абонентов [2]. Станция устанавливается в небольших телеграфных пунктах с числом местных абонентских линий до 20 и междугородних соединительных линий (каналов) к ближайшей станции АТА-57 не более 6. Все каналы используются в общем пучке (включаются только в одном направлении).

Станция АТА-М по емкости подразделяется на два типа: АТА-М-10/3 и АТА-М-20/6. В состав оборудования станции АТА-М-20-3 входят: статив АТА-М, пульт дополнительного станционного аппарата, электропервичные часы. Для получения емкости 20/6 запараллеливаются два статива АТА-М-10/3. В станцию АТА-М-10/3 можно включить девять абонентских установок и стационарный аппарат техника.

В качестве междугородных соединительных линий, как правило, используют каналы частотного телеграфирования, но можно использовать и две жилы городского телефонного кабеля, если расстояние между данной станцией АТА-М и ближайшей станцией АТА-57 невелико. Учет переговоров на станции осуществляется за счет абонентских счетчиков.

Станция имеет устройство для подавления помех.

Технические характеристики

Напряжение питания, *в*:	
моторных цепей	127 (50 *гц*) или 120
линейных и счетных цепей	60 (постоянный ток)
Вес, *кг*	176,5
Емкость станций:	
абонентских линий	До 20
междугородных соединительных линий	До 6
Код	Международный пятизначный № 2
Управление	Ручное
Габаритные размеры, *мм*:	
стойки	2000×656×256
пульта	320×220×185
импульсного устройства	1240×330×150

Автоматическая абонентская телеграфная станция малой емкости на координатных соединителях АТА-МК предназначена для автоматического коммутирования линий местных абонентов и междугородных телеграфных каналов, а также линий местных абонентов между собой с целью предоставления абонентам временных телеграфных связей на сетях абонентского телеграфа и прямых соединений [7]. Станция рассчитана на подключение до десяти или двадцати абонентских установок и до четырех или восьми каналов внешних связей. Абонентские установки могут включаться по одно или двухпроводной схеме, а также по каналам ТТ.

Для соединения станций АТА-МК с другой вышестоящей станцией АТА и АТР используются каналы ТТ или четырехпроводных соединительных линий.

Дополнительные возможности и особенности станции по сравнению с существующей станцией АТА-М следующие: установление местного соединения абонентов между собой без занятия приборов вышестоящей станции; исключение определителя зон при работе на сети ПС; разделение исходящих каналов на два отдельных пучка; равнодоступное исходящее соединение по всем восьми каналам при удвоении емкости станции; использование в качестве основного коммутационного элемента многократного координатного соединителя; увеличение количества выходов к вышестоящей станции до четырех.

Комплектация телеграфной станции АТА-МК следующая: статив (два при комплектации № 2) коммутатор РК; 10 приборов УВК-2 (20 — при комплектации № 2); эксплуатационный комплект регулировочного инструмента и запчастей.

Технические характеристики

Питание станции, *в*	+60 (постоянный ток) с заземленной средней точкой
Питание цепи двигателя станционного аппарата и одной из специальных цепей, *в*	127 (50 *гц*)
Количество направлений к вышестоящей станции	2
Емкость станции:	
при комплектации № 1	9 абонентов и 4 канала

при комплектации № 2	19 абонентов и 8 каналов
Габаритные размеры, *мм*:	
статив АТА-МК	250×750×300
коммутатор РК	900×1265×535
прибор УВП-2	117×203×385
Вес, *кг*:	
статив АТА-МК	205
коммутатор РК	70
прибор УВП-2	8,3

Автоматическая координатная станция прямых соединений АПС-К предназначена для коммутирования оконечных пунктов и международных телеграфных каналов, образующих сеть прямых соединений, для организации временных прямых двусторонних телеграфных связей [7]. В станцию можно включить 60—500 линий оконечных пунктов и до 800 международных каналов. Схема станции содержит ступени абонентского исходящего и входящего групповых искажений. Кроме того, имеются дополнительные ступени искания (регистрового искания и искания регистрирующего устройства). Для исходящих и транзитных соединений схема станции обеспечивает организацию связи по двум обходным направлениям, путем автоматического искания.

Оборудование станции позволяет подразделять все вызовы на две категории: срочные и обычные. Срочные вызовы обуславливаются по системе без отбоя (безотказная система), при которой в случае невозможности установления автоматического соединения вызов направляется на коммутатор с ручной коммутацией. Обычные вызовы при невозможности получения автоматических соединений обслуживаются по системе с отбоем. Срочный вызов отличается от обычного первой цифрой номера, который увеличивается на пять.

Схема станции обеспечивает направление входящих и транзитных вызовов, встретивших занятость соответственно оконечных пунктов и магистральных каналов, на аппараты переприема, избыточного обмена. Схема станции обеспечивает также возможность направления входящих и местных вызовов на аппараты приема неинденсированной нагрузки в тех случаях, когда номер вызываемого оконечного пункта не задействован в местной нумерации данного узла или оконечный пункт не оборудован стартстопной аппаратурой.

На сети станции принята шестизначная нумерация, при которой первые три цифры относятся к номеру вызываемой станции, а последние три — к номеру оконечного пункта.

Основным элементом оборудования станции является многократный координатный соединитель (МКС), который сам не осуществляет искания, а только завершает соединение, коммутируя определенный вход, по которому поступил вызов, с определенным выходом. Искание выхода осуществляется управляющими устройствами станции — маркерами и регистрами.

МКС имеет 100 групп контактов, образующих контактное поле из 10 вертикальных и 10 горизонтальных рядов. В каждой контактной группе может быть до 12 контактов на замыкание, чем и определяется проводность МКС, т. е. число линий, которые может подключить прибор.

Автоматическая станция абонентского телеграфа на координатных соединителях АТА-К предназначена для автоматического соединения входящих и исходящих абонентов, на двух обходных направлениях при занятости всех каналов в прямом направлении [7]. Кроме того, соединение и вызов абонентов возможен ручным способом — при помощи ручного шнурового коммутатора, подключенного параллельно автоматической шнуровой паре. Схема станции содержит ступени абонентского исходящего и входящего групповых исканий.

Регистры являются групповыми приборами станции и участвуют в районе только в процессе установления соединения. Основным элементом оборудования станции является многократный координатный соединитель, построенный на базе контактов давления. Искание выхода осуществляется управляющим устройством (маркером). Работа маркера согласуется с информацией, получаемой им из схемы регистра станции.

Для координатных станций АТА также, как и для координатных станций сети прямых соединений, принята шестизначная система нумерации, при которой три первые цифры определяют номер направления, а последние три — номер абонента.

Абонентская станция с ручной коммутацией НАТР предназначена осуществлять исходящие, входящие и транзитные соединения абонентов, а также дает возможность организовать групповые соединения абонентов для проведения циркулярных передач [5]. Все коммутационные процессы на станции осуществляются телеграфистом-оператором станции при помощи шнуровых пар. Оборудование станции состоит из стативов с релейными панелями и коммутаторов шкафного типа. Число стативов определяется общим числом абонентских и междугородных линий, которые необходимо включать в данную станцию, а количество коммутаторов (в зависимости от нагрузки) — от числа одновременных сигналов вызова, поступающих на станцию.

На сети АТ работают станции типа АТР емкостью 20, 40, 60 и 80 номеров. Оборудование станции АТР-20 состоит из одного статива с релейными панелями и одного коммутатора. На стативе размещается 20 релейных панелей. Станция АТР-40 комплектуется двумя стативами и одним или двумя коммутаторами. С помощью коммутатора шкафного типа АТР-300 осуществляется ручная коммутация соединений. Гнездовое поле коммутатора состоит из десятикратных гнездовых рамок и десятикратных рамок с вызывными лампами и бленкерами занятости. Емкость коммутатора может меняться в зависимости от емкости станции АТР.

Схема коммутатора обеспечивает двустороннюю связь с абонентами, контроль работы абонентов путем подключения опросно-контрольного аппарата без разъединения связи, невозможность подключения опросно-контрольного аппарата одновременно к двум и более шнуровым парам и сигнализации отбоя. Рабочее место телеграфиста-оператора на коммутаторе оборудовано 12 шнуровыми парами, таким же количеством ключей для подключения шнуровых пар к опросно-контрольным аппаратам, пятью шнурами циркулярной передачи с ключом к каждому шнуру, двумя номеронабирателями и двумя опросно-контрольными аппаратами. Все телефонные реле шнуровых пар, а также телефонные и телеграфные реле схемы рабочего места размещены на подвижной плате за гнездовым полем, с монтажной стороны коммутатора. Вся аппаратура коммутатора смонтирована на одной стойке.

Технические характеристики

Емкость станции АТР, номеров	20, 40, 60 и 80
Величина тока при вызове и в состоянии линейной цепи, *ма*	40—45
Скорость телеграфирования, *бод*	50
Питание оборудования станции, *в*	127/220 (50 *гц*)
Число абонентов одновременной связи	1 вызывающий и 2—5 вызываемых
Емкость гнездового поля, гнезд	До 300
Линейное напряжение, *в*	±60 и ±80 (постоянный ток)

Станция абонентского телеграфа автоматическая АТА-57 предназначена для автоматического и полуавтоматического соединения абонентских телеграфных аппаратов, включенных в единую сеть абонентского телеграфирования [5]. Состав оборудования АТА-57 определяется общим числом абонентских (40—320) и соединительных (20—260) линий.

Основное оборудование станции состоит из стативов с приборами автоматического искания типа ДШИ-100, искателей вызова МВ, групповых искателей ГИ, линейных искателей ЛИ и стативов с релейными панелями местных соединительных линий АП и магистральных каналов ПУ, а также с релейными панелями счетных устройств СУ.

Технические характеристики

Линейный ток у абонентов, *ма*	20—60
Ток покоя через ПВ, *ма*	До 10
Импульсный коэффициент	1,3—1,9
Сопротивление изоляции, *Мом*:	
на платах	50
на стативах	Более 3
Пробивное напряжение (в течение 1 *сек*), *в*	200—500
Длительность импульсов, включающих отбойные сигналы, *мсек*	720
Искажение телеграфных импульсов, %:	
в АП и ПУ	До 2
в циркулярном комплекте	5
Питание, *в*:	
линейных и местных цепей	+60 и +80 (постоянный ток)
моторных цепей	127 (50 *гц*)
Температура окружающей среды, °С	5—35
Относительная влажность, %	45—75

Стойка линейных и местных батарей СЛМБ-2М предназначена для совместного обеспечения с другой аппаратурой электропитанием телеграфных станций. Входит в комплект аппаратуры электропитания телеграфной станции вместе со стойкой СЛБВ-2М [2]. Стойка обеспечивает: коммутацию и измерение цепей линейно-телеграфной батареи, состоящей из шести групп напряжением по 40 *в* (из них пять групп рабочих и одна резервная); коммутацию, измерение и защиту пяти линейно-буферных выпрямителей ЛБВ-М, устанавливаемых на стойке СЛБВ-2М; коммутацию, измерение и защиту цепей двух зарядных телеграфных выпрямителей ЭТВ (рабочего и резервного): коммутацию, измерение и защиту двух стабилизированных селеновых буферных выпрямителей питания аккумуляторных батарей местных цепей телеграфных узлов МБВ-1М.

Технические характеристики

Питание от сети трехфазного тока, *в*	220 или 380 (50 *гц*)
Габаритные размеры, *мм*	225×800×500
Вес, *кг*	220

Стойка линейно-буферных выпрямителей СЛБВ-2М предназначена совместно с другой аппаратурой для обеспечения электропитанием телеграфных станций [5]. Входит в комплект аппаратуры электропитания телеграфной станции вместе со стойкой СЛМБ-2М. Обеспечивает размещение на ней блоков выпрямителей ЛБВ-М, измерение напряжений телеграфных батарей и коммутацию выпрямителей ЛБВ-М.

Технические характеристики

Питание от сети трехфазного тока, *в*	220 или 380 (50 *гц*)
Габаритные размеры, *мм*	2250×800×500
Вес, *кг*	160

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакин А. С. и др. Связь на промышленных предприятиях. М., «Связь», 1971.
2. Каталог НИИЭИР. Изделия радиопромышленности. Т. II. «Аппаратура телеграфная». М., 1968.
3. Каталог НИИЭИР Изделия радиопромышленности. Т. V. «Аппаратура проводной связи, сигнализации и передачи данных». Выпуск «Аппаратура тонального и надтонального телеграфирования». М., 1970.
4. Копачева Ю. И., Парфенов Ю. А. Передача программ проводного вещания, телеграфных и телемеханических сигналов по кабелям ГТС. М., «Связь», 1966.
5. Лаптев А. А. Механизация и автоматизация инженерно-управленческого труда (справочник). М., «Экономика», 1967.
6. Наумов П. А., Коган В. С. Основы телеграфии. М., «Связь», 1969.
7. Наумов П. А., Чанцев С. Д. Курс телеграфии. Ч. 2. М., «Связьиздат», 1969.
8. Томашевский Б. А. и др. Курс телеграфии. М., «Связьиздат», 1963.
9. Ушаков В. А. и др. Проводная связь. М., «Связь», 1970.

Глава V. ФОТОТЕЛЕГРАФНАЯ СВЯЗЬ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА СРЕДСТВ ФОТОТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

Фототелеграфная аппаратура в последнее время получила широкое распространение в системах административного и диспетчерского управления предприятиями в качестве средства передачи и приема информации: изображений чертежей, коррекционных листов, технологических схем, графиков, черно-белых фотографий, типографского, машинописного и рукописного текстов и др.

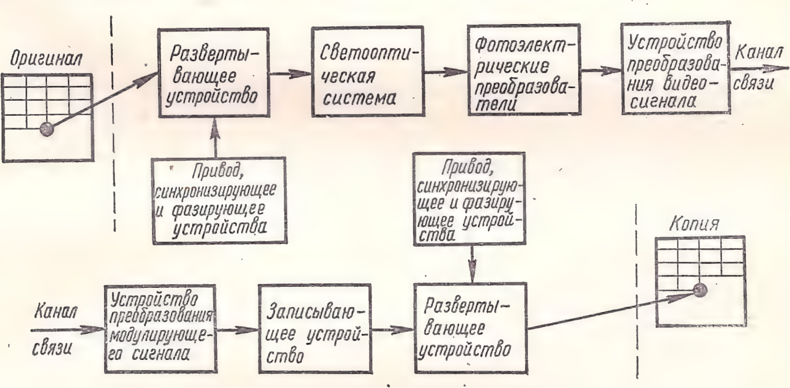


Рис. 65. Структурная схема системы фототелеграфной связи.

Фототелеграфная связь, как и общая сеть телеграфной связи СССР, строится по радиально-узловой трехступенчатой системе в соответствии с административно-территориальным делением страны [2]. Внутрипроизводственная фототелеграфная связь — это связь ведомственная, предназначенная для обслуживания только тех абонентов, которые относятся к данному производству, и, следовательно, имеющая выход на внешнюю сеть (сеть общего пользования).

По принятой в настоящее время терминологии термин «факсимильная связь» используют вместо термина «фототелеграфная связь». Однако последний обычно сохраняется для случая, когда полностью воспроизводятся и очертания всех знаков, и оттенки (полутоны), содержащиеся в оригинале [4].

Структурная схема системы фототелеграфной связи изображена на рис. 65.

В силу специфики фототелеграфной связи сообщения не всех категорий и видов могут быть по ней переданы [6].

Для организации факсимильной связи используют каналы тональной частоты (телефонные каналы), групповые широкополосные каналы кабельных и радиорелейных линий, каналы коротковолновых магистральных радиолиний, физические цепи, линии городских телефонных сетей.

В случае работы фототелеграфной аппаратуры по радиоканалу применяются частотно-преобразующие приставки. Они позволяют преобразовывать амплитудно-модулированные сигналы в частотно-модулированные (при передаче) и частотно-модулированные в амплитудно-модулированные (при приеме).

Телефонный канал занимает полосу звуковых частот 300—3400 *гц*. С помощью устройств преобразования (генераторов и модуляторов) из отдельных телефонных каналов создают 12-канальные (первичные), 60-канальные (вторич-

ные) и 300-канальные (третичные) группы [6]. *Первичная* группа занимает полосу частот 60—108 *кгц* (48 *кгц*). *Вторичная* группа занимает полосу частот 312—552 *кгц* (240 *кгц*) и состоит из пяти первичных групп. *Третичная* группа занимает полосу частот 812—2044 *кгц* (1232 *кгц*) и состоит из пяти вторичных групп. Сочетание многоканальных групп позволяет образовывать системы уплотнения кабельных и радиорелейных линий.

Организация факсимильной связи по телефонным каналам может осуществляться по двум схемам: четырех- и двухпроводной [6]. *Четырехпроводная* схема предусматривает организацию прямой дуплексной связи, когда можно одновременно производить передачу и прием, и используется внутри города. *Двухпроводная* схема отличается от четырехпроводной тем, что в ней на участке от факсимильного аппарата до высокочастотного канала используются устройства, которые применяются для междугородных телефонных переговоров.

Выпускаемые в настоящее время фототелеграфные передающие и приемные устройства отличаются видом развертки, разрешающей способностью и способом записи изображения.

В фототелеграфной аппаратуре применяется развертка двух видов — барабанная и плоскостная [2]. При *барабанной* развертке вдоль вращающегося барабана движется каретка с электрооптическим преобразователем. Развертка проходит по винтовой линии. Одна строка развертки образуется за один оборот барабана. При *плоскостной* развертке передаваемый документ с помощью протягивающих валиков совершает только поступательное движение. В передающем аппарате строка образуется при движении светового пятна в поперечном направлении, а в приемном аппарате — пересечением вращающейся одновитковой спирали и линейки.

Фототелеграфные аппараты с плоскостной разверткой имеют ряд преимуществ по сравнению с аппаратами с барабанной разверткой [1]: передача нескольких оригиналов может осуществляться непрерывно, бланк за бланком, так как не требуется перезарядка барабана; передаваемый оригинал не ограничивается по длине, вследствие чего не приходится разрезать на части длинные документы; при передаче оригинал практически не деформируется; упрощается система синхронизации и фазирования.

Управление приемными и передающими фототелеграфными аппаратами производится как вручную, так и автоматически.

Фототелеграфную связь можно строить по принципу прямых соединений с использованием специального коммутационного оборудования и АТС. В последнем случае абоненты договариваются о проведении фототелеграфной передачи и затем переключают линию АТС на фототелеграфный аппарат.

Важнейшей характеристикой систем фототелеграфной связи является способ записи принятого изображения на приемном конце. В настоящее время применяют закрытую и открытую запись [1]. Фототелеграфирование с открытой записью позволяет: вести постоянное наблюдение за ходом приема изображений; использовать по назначению принятое изображение сразу после приема, так как никакой дополнительной обработки не требуется; отказываться от технического обслуживающего персонала, постоянно находящегося около аппарата, в силу отсутствия необходимости проведения дополнительных работ по обработке принятого изображения, а также простоты аппарата и его высокой надежности. Фототелеграфирование с открытой записью обеспечивает прием текстовых материалов на обычную писчую бумагу.

Виды телеграфной связи приведены на рис. 66.

Характеристикой фототелеграфной связи является пропускная способность аппаратов, определяемая размером площади передаваемых сообщений за час работы [1]:

$$F_{\text{T}} = 60\delta nL \cdot 10^{-4},$$

где δ — шаг развертки (расстояние между осями двух соседних строк), *мм*; n — скорость телеграфирования, *строк/ч*; L — ширина передаваемого бланка, *мм*.

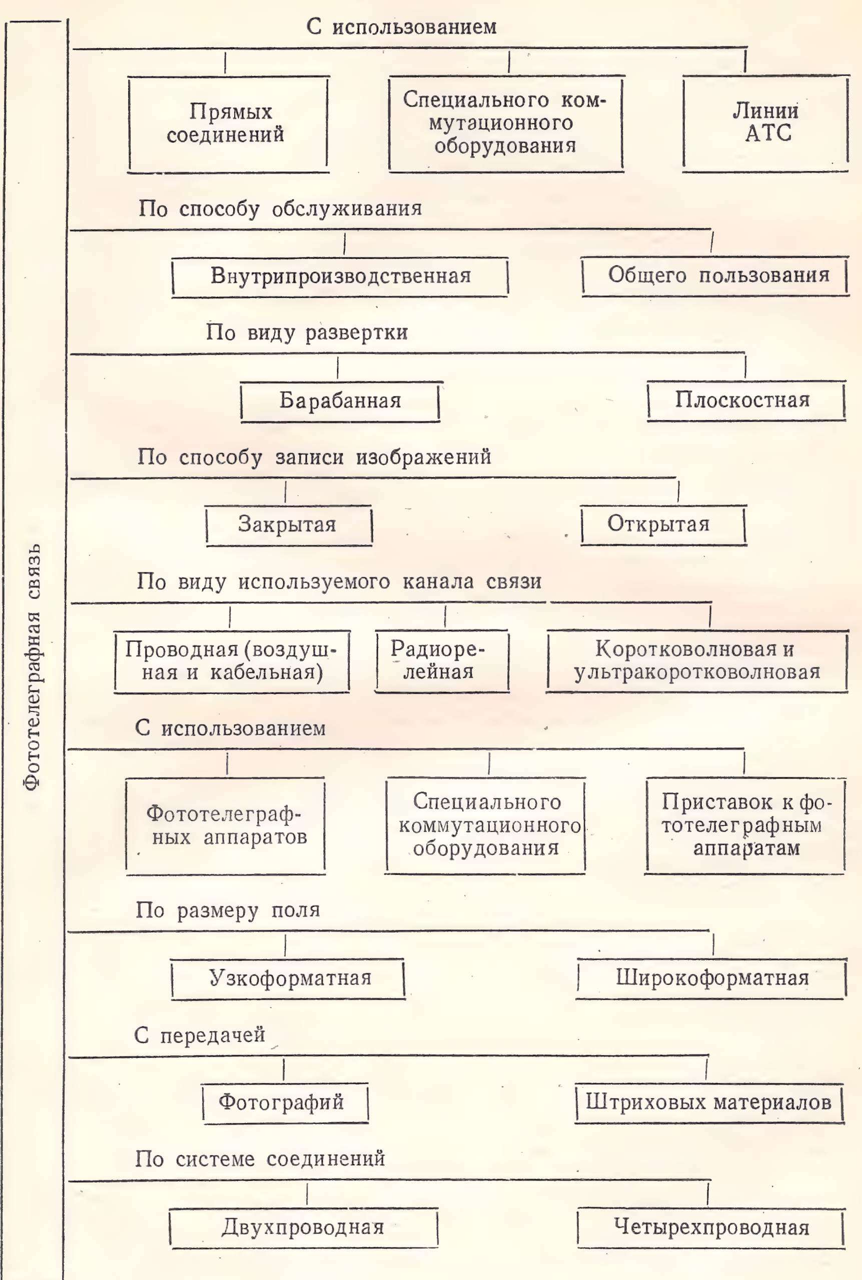


Рис. 66. Классификация систем фототелеграфной связи.

В зависимости от канала связи, гребований к размерам передаваемого оригинала, его качеству и времени передачи может быть выбран конкретный тип фототелеграфной аппаратуры.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ФОТОТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

Фототелеграфная аппаратура

Аппаратура «Ладога» предназначена для передачи и приема карт погоды и метеосводок, а также схем, чертежей, фотографий и других неподвижных черно-белых, полутоновых и цветных изображений (с одноцветным воспроизведением на прием) [2]. Основные характеристики аппаратуры приведены в табл. 53.

Аппаратура состоит из факсимильных приемного и передающего аппаратов. Запись информации осуществляется на электрохимической бумаге.

Основные операции (пуск, фазирование и выключение) производятся автоматически со стороны передающей станции. Предусмотрен также ручной режим управления. Как в передающем, так и в приемном аппарате предусмотрена возможность подключения ко входу тракта приема внешнего источника синхронизирующей частоты, которая используется для проверки приемника без сигналов передающей станции.

Приемная аппаратура (ФАК-П) рассчитана для работы по телефонным каналам с эффективно пропускаемой полосой частот 300—3400 *гц* и обеспечивает прием сигналов, модулированных по амплитуде или по частоте. Включение, выбор модуля и скорости, фазирование и выключение осуществляются автоматически от сигналов передающего аппарата, а при необходимости — вручную. Аппаратура проста в обслуживании и не требует постоянного наблюдения оператора. По требованию заказчика может поставляться с передвижным столом или амортизационными рамами.

Передающая аппаратура (ФАК-Д) работает совместно с приемной, имеющей модуль взаимодействия 576 или 288 по проводным и радиолиниям связи. Аппаратура выдает в линию сигналы дистанционного включения, фазирования и выключения приемного аппарата. Проста в работе и не требует постоянного наблюдения оператора.

Аппарат «Арагви» предназначен для передачи и приема (по физическим цепям, линиям внутригородской АТС, телефонным каналам междугородной автоматики, выделенным телефонным каналам) различных сообщений, выполненных фиолетовыми, черными, красными и синими чернилами; бланков с наклеенной телеграфной лентой; машинописного текста; графиков и таблиц, размеры знаков которых не меньше знаков стандартной машинописи; штриховых рисунков и эскизов [2]. Аппарат допускает также передачу и прием по коротковолновым радиоканалам с использованием стандартных преобразующих устройств частотной модуляции АМ-ЧМ и ЧМ-АМ. Основные характеристики аппарата приведены в табл. 53.

Аппарат приемно-передающий барабанного типа. Он является более усовершенствованной моделью ранее выпускаемого нашей промышленностью аппарата «Рекорд» и имеет такие же основные параметры, как и последний [3]. К аппарату подключаются линии связи и телефон. После окончания работы аппарат автоматически выключается, а линия АТС переключается на телефон. При этом абоненты могут вести телефонные переговоры.

Питающее устройство аппарата состоит из силового трансформатора, выпрямителей анодного напряжения, выпрямителей для цепей управления и электронного стабилизатора анодного напряжения. Цепями управления осуществляется

автоматическое управление циклом передачи (передача несущей, пуск барабана, подключение датчиков разовых импульсов и передача сигналов изображения).

Приводом аппарата служит синхронный электродвигатель РСД-221-2. Двигатель питается напряжением 127 *в* от питающего устройства или от приставки автономной синхронизации (ПАС), которая является самостоятельным блоком. Скорость вращения двигателя 3000 *об/мин*.

Факсимильные аппараты ФТА-ПМ предназначены для обработки только штриховых изображений, так как приемные аппараты воспроизводят лишь ограниченное количество полутонов [2]. Аппараты применяются в основном для организации внутрипроизводственной связи (передача различных рукописных, машинописных и графических документов); внутригородской связи (передача и прием телеграмм городских отделений связи, передача фототелеграмм из центрального телеграфа в городские отделения связи и из них в центральный телеграф вместо доставки этих телеграмм автотранспортом); связи между подвижными объектами и стационарными пунктами, а также для передачи информации между различными учреждениями, что заменяет доставку документов с нарочным. Основные характеристики аппаратов приведены в табл. 53.

Аппараты рассчитаны для работы по физическим цепям, линиям АТС, типовым телефонным каналам с полосой пропускания 300—3400 и 300—2700 *гц* и радиоканалам (с применением преобразующих устройств частотной модуляции). В комплект аппаратов входят передатчик и приемник, приставка автономной синхронизации (ПАС), являющаяся самостоятельным блоком.

Питание всех цепей осуществляется через элемент питающего устройства и стабилизатор напряжения. Силовой трансформатор питающего устройства подключается от сети переменного тока напряжением 127/220 *в*.

Передающий аппарат построен по принципу плоскостной развертки и позволяет передавать бланки любой длины, шириной не более чем 220 *мм*. Приемный аппарат производит запись открытым способом на влажную электрохимическую бумагу ЭХБ-4 или ЭХБ-6. Пуск, фазирование и остановка приемного аппарата могут осуществляться автоматически. При помощи переключателя рода работ, расположенного на панели управления, возможна установка режима передачи или режима служебной связи по четырехпроводной или двухпроводной схеме.

Для ведения двусторонних служебных переговоров служит переговорное устройство, а для прослушивания ответа и вызова противоположной станции — усилитель слухового контроля с громкоговорителем. Ответный сигнал поступает по дополнительной линии (приема). При разговоре по двухпроводной схеме дополнительная линия не используется. Разговор в обоих направлениях осуществляется по линии передачи. Имеется возможность прослушивания в громкоговорителе сигналов на выходе передатчика.

Приводом в приемнике и передатчике служит синхронный двигатель РСД-11, имеющий скорость вращения 3000 *об/мин*. Ускоренная протяжка бумаги в приемнике осуществляется с помощью двигателя СД-54 со скоростью вращения выходной оси 96 *об/мин*.

Аппаратура «Призма» предназначена для передачи неподвижных изображений в виде таблиц; графического материала; чертежей; текстового печатного, машинописного и рукописного материала, выполненного тушью, фиолетовыми и синими чернилами [2]. Применяется для обеспечения внутрипроизводственных служб документальной связью. Основные характеристики аппаратуры приведены в табл. 53.

Аппаратура настольного типа состоит из передатчика ФТАП-3Д и приемника ФТАП-3П. Прием производится открытым способом записи на электрохимическую бумагу. Аппаратура работает по линиям местной телефонной связи (МБ, ЦБ, АТС) и физическим цепям с затуханием до 3 *неп* на несущей частоте. Развертка изображения в приемнике и передатчике плоскостная. Система синхронизации аппаратуры — принудительная от общей сети частотой 50 *гц*.

Поставляемый комплект состоит из аппарата ФТАП-3Д (в чехле), аппарата ФТАП-3П (в чехле), комплекта запасных частей, комплекта принадлежностей

Основные характеристики

Характеристика	«Ладога»		«Арагви»		«Березка»
	Приемник ФАК-П	Передатчик ФАК-Д	Приемник	Передатчик	Приемник
Скорость развертки, *строк/мин*	60; 90; 120	60; 90; 120	120	120	120
Шаг подачи, *мм/строк*	—	0,265; 0,53	0,2	0,2	0,2
Время передачи, приема, *мин*	44; 30; 22	44; 22; 11	6	6	6
Модуль взаимодействия	576; 288	576; 288	350	350	350
Разрешающая способность, *линий/мм*	3,8	3,8	4	4	3,5
Выходное сопротивление, *ом*	—	600±10%	—	600±15%	—
Входное сопротивление, *ом*	600±10%	—	600±15%	—	600±10%
Максимальный уровень передачи, *неп*	—	+2	—	+3	—
Минимальный уровень приема, *неп*	—2; —4	—	—2,5	—	—3
Потребляемая мощность, *ва*	200	250	200	200	190
Габаритные размеры, *мм*	750×360× ×425	770×500× ×500	330×262× ×206	487×220× ×235	483×370× ×405
Вес, *кг*	55	92	15	18	42
Гарантийный срок службы, *месяцев*	24	24	18	18	24

Примечание. Аппаратура работает от сети переменного тока (50 *гц*) напряжением воздуха от 10 до 40° С и относительной влажности 80%.

Таблица 53

фототелеграфной аппаратуры

(ФТА-ПМ)	«Березка» (ФТА-П2)		«Призма»		«Нева»	
Передатчик	Приемник	Передатчик	Приемник	Передатчик	Приемник	Передатчик
120	250	250	300	300	60; 120; 250	60; 120; 250
0,2	0,265	0,265	0,25	0,25	0,2	0,2
12,5	6	12,5	2	2	6,12; 24	6,12; 24
350	265	265	156	156	350; 264	350; 264
3,5	3	3	3,5	3,5	Более 5	Более 5
600±10%	—	600±10%	—	600±10%	—	600±10%
—	600±10%	—	600±10%	—	600±10%	—
+2,2	—	+2,2	—	+2	—	+2
—	—3	—	—2	—	—2	—
175	200	180	90	90	200	220
475×440××370	483×370××405	475×440××370	330×262××206	330×250××190	290×612××506	290×612××406
46	42	46	15	15	42	45
24	12	12	12	12	12	12

127/220 *в*, при атмосферном давлении 750±30 *мм. рт. ст.*, температуре окружающего

и инструмента, комплекта эксплуатационных документов, комплекта тары, комплекта укладок.

Аппаратура «Нева» предназначена для передачи и приема полутоновых черно-белых изображений, штрихового и текстового материала, а также цветных изображений с одноцветным фотографическим воспроизведением их на приеме; применяется на центральных телеграфах союзных республик, крупных областных и промышленных центрах [2]. Основные характеристики аппаратуры приведены в табл. 53.

Аппаратура настольного типа состоит из передатчика ФДБ и приемника ФПБ. Прием производится закрытым способом записью на фотобумагу или на негативную фотопленку ФТ-20 или ФТ-30. Развертка изображений в приемнике и передатчике — барабанная. Система синхронизации аппаратуры — автономная от камертонных генераторов.

Аппаратура работает по воздушным, кабельным и радиорелейным линиям, по каналам, образованным аппаратурой уплотнения с эффективно передаваемой полосой частот 300—3400 *гц*. Для работы аппаратуры по коротковолновым каналам связи используется специальная частотно-преобразующая приставка АМ-ЧМ.

Поставляемый комплект состоит из передатчика ФДБ (в чехле), приемника ФПБ (в чехле), комплекта ЗИП в картонных коробках, комплекта инструмента в ящике, технического описания с инструкцией по эксплуатации, схемы аппарата, двух альбомов, двух копий, двух футляров.

Фототелеграфный аппарат для передачи штриховых изображений (ВНР) предназначен для передачи черных или цветных штриховых изображений и текстов при сохранении масштабов оригиналов. Передаваемым рисунком может быть карта, диаграмма, чертеж, рукописный или печатный текст. Передача информации может производиться по телефонной линии, каналу радиосвязи с амплитудной или частотной модуляцией, по связной линии СВЧ, каналу ультракоротковолновой радиосвязи, полевой телефонной связи и т. д. Электронный блок печатной схемы собран на транзисторах.

Аппарат с возможностью переключения может эксплуатироваться в качестве передатчика или приемника. Питание от аккумуляторной батареи 12 *в*. Высокая точность синхронной и синфазной работы передатчика и приемника обеспечивается синхронным двигателем с управлением от генератора с кварцевой стабилизацией. Раскручивание синхронного двигателя до синхронного числа оборотов осуществляется вспомогательным двигателем постоянного тока. Одновременный пуск передатчика и приемника обеспечивается автоматикой. Для передачи полного изображения требуется 3,5 *мин*. При передаче изображения меньших размеров передатчик автоматически останавливается в соответствующем, заранее отрегулированном, положении. При остановке передатчика автоматически останавливается также и приемник. Аппарат переносного исполнения пыле- и влагозащищенный.

Технические характеристики

Размер передаваемого изображения, *мм*	210×148
Номинальное число оборотов барабана в минуту	187,5
Модуль	342,5
Разрешающая способность, *штрихов/мин*:	
в направлении подачи	5
» » вращения	3,7
Максимальное преодолеваемое затухание, *неп*	3
Выходной уровень, *неп*	0
Выходное полное сопротивление, *ом*	600
Несущая частота, *гц*	1900
Максимальная передаваемая частота, *гц*	3100
Напряжение питания, *в*	12
Потребляемая мощность, *вт*	60
Вес, *кг*	16
Температура окружающей среды, °С	5—40

Приставки к аппаратам фототелеграфной связи

Приставка ПАС предназначена для питания синхронных двигателей фототелеграфных аппаратов высокостабилизированной частотой 50 *гц* [2]. Основные характеристики приставки приведены в табл. 54.

Приставка применяется, когда питание аппаратов осуществляется от разных энергосистем. Приставка настольного типа применяется только с фототелеграфной аппаратурой и состоит из пяти основных узлов: камертонного генератора частотой 800 *гц*; четырех делителей частоты; выходного каскада со стабилизированной частотой 50 *гц*; релейного блока; питающего устройства.

Электрическая схема приставки выполнена на полупроводниковых приборах.

Приставка ОП-59 предназначена для контроля правильности настройки пределов девиации ЧМ фототелеграфного сигнала, а также для настройки некоторых узлов фототелеграфной аппаратуры [2]. Основные характеристики приставки приведены в табл. 54.

Таблица 54

Основные характеристики приставок к фототелеграфным аппаратам

Характеристика	ОП-59	АМ-ЧМ	ЧМ-АМ	ПАС
Входное и выходное сопротивление, *ом*	22±4,4 *ком*	600±60	600±60	—
Входной уровень сигналов белого поля изображения, *неп*	—	0±0,3	(—4)—(+1)	—
Выходной уровень сигналов на частоте 1500 *гц*, не менее, *неп*	—	+2,2	—0,3	—
Минимальный уровень контрольных сигналов, *неп*	—2,5	—	—	—
Потребляемая мощность, *вт*	20	100	50	100
Габаритные размеры, *мм*	220×182×305	355×262×280	355×262×280	355×273×238
Вес, *кг*	7	12	12	20
Температура окружающего воздуха, °С	От —10 до +50	От —5 до +40	От +5 до +40	От +5 до +40

Примечание. Приставки питаются напряжением 127/220 *в*; работают при относительной влажности 65±15% и атмосферном давлении 750±30 *мм рт. ст.*; гарантийный срок службы 2 года.

Приставка применяется в комплекте с аппаратурой «Ладога», но может работать и с другими фототелеграфными аппаратами. Приставка — осциллографическая, настольного типа. Ее электрическая схема выполнена на радиолампах пальчиковой серии.

Приставка линейная ПЛ предназначена для подключения к одной соединительной линии до четырех приемных факсимильных аппаратов ФАК-П и обеспечения коррекции амплитудно-частотной характеристики соединительных линий [2].

Технические характеристики

Напряжение питания, *в*	127/220 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *вт*	15
Среднее время безотказной работы, *ч*	750
Габаритные размеры, *мм*	490×200×350
Вес, *кг*	18

Приставки частотные АМ-ЧМ и ЧМ-АМ предназначены для преобразования амплитудно-модулированных сигналов, поступающих с передающего фототелеграфного аппарата, в частотно-модулированные (приставка АМ-ЧМ) и частотно-модулированных сигналов, поступающих с радиоприемного центра, в амплитудно-модулированные сигналы для записи на приемном фототелеграфном аппарате (приставка ЧМ-АМ) [4]. Применяются также для преобразования частот, согласования частот входных и выходных уровней, входных и выходных сопротивлений в тех фототелеграфных аппаратах, которые не имеют дополнительного частотно-преобразующего устройства, необходимого для передачи фототелеграфных сигналов по радиолиниям связи. Основные характеристики приставок приведены в табл. 54.

Приставки настольного типа работают в непосредственной близости от фототелеграфных аппаратов. Электрическая схема приставок выполнена на радиолампах и полупроводниковых диодах.

Преобразующие устройства частотной модуляции (АМ-ЧМ и ЧМ-АМ) предназначены для преобразования амплитудно-модулированных колебаний, поступающих с передающего аппарата в частотно-модулированные и обратного преобразования, а также при необходимости для снижения загрузки телефонного канала за счет передачи и приема на пониженных уровнях [4]. Применяются преимущественно при работе по коротковолновым каналам и типовым телефонным каналам большой протяженности, подверженным колебаниям уровня и при больших шумах.

При работе факсимильных аппаратов («Нева», «Арагви») с преобразующими устройствами максимальная допустимая скорость передачи составляет не более 120 *строк/мин*.

Технические характеристики

Центральная частота, *гц*	1900
Девиация частоты, *гц*	400
Частота черного поля изображения, *гц*	2300
Частота белого поля изображения, *гц*	1500
Индекс частотной модуляции, *гц*	0,5
Входное и выходное сопротивления, *ом*	600±10%
Максимальный выходной уровень устройства АМ-ЧМ, *неп*	+2,5
Входной уровень устройства АМ-ЧМ, *неп*	0
Выходной уровень устройства ЧМ-АМ, *неп*	0
Допустимое колебание уровня на входе устройства ЧМ-АМ, *неп*	—4,5—0
Напряжение питания, *в*	127/220
Мощность, потребляемая устройством АМ-ЧМ, *ва*	До 100
Мощность, потребляемая устройством ЧМ-АМ, *ва*	До 50
Габаритные размеры каждого устройства, *мм*	335×238×262
Вес каждого устройства, *кг*	10

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакин А. С. и др. Связь на промышленных предприятиях. М., «Связь», 1971.
2. Каталог. НИИЭИР. Изделия радиопромышленности. Том. II. «Аппаратура проводной связи, сигнализации и передачи данных». Выпуск «Аппаратура фототелеграфная». М., 1967.
3. Лаптев А. А. Механизация и автоматизация инженерно управленческого труда (справочник). М., «Экономика», 1967.
4. Мельник С. О. Оператор фототелеграфной связи. М., «Связь», 1969.
5. Милейковский С. Г. и др. Проводная связь. М, «Связь», 1971.
6. Рубин М., Холлер К. Коммугационные системы сетей связи. М., «Связь», 1972.
7. Ушаков В. А. и др. Проводная связь. М., «Связь», 1970.
8. Федорцов Б. Ф. Фототелеграфная техника. М., Воениздат, 1961.

Глава VI. СБОР И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Создание автоматизированных систем управления (АСУ), базирующихся на широком использовании вычислительной техники и математических методов, привело к появлению телекодовой (цифровой) информации, или данных [1].

Использование для передачи данных каналов, первоначально предназначавшихся для передачи речи, видеоизображений и телеграфных сообщений, привело к созданию специальной аппаратуры—аппаратуры передачи данных (АПД). Находясь на стыке автоматизированных устройств, выполняющих переработку данных (источников и потребителей информации), и каналов связи, АПД осуществляет их согласование путем введения избыточности в передаваемое сообщение и соответствующей обработки принятого сигнала.

Мера соответствия принятого сообщения (сигнала) переданному называется *степенью достоверности* информации.

Сообщения в АСУ состоят из набора букв, цифр и условных знаков, образующих кодограмму. Длина кодограммы, т. е. количество знаков в ней, обычно не является постоянной. Поэтому задаются требования к качеству приема элементарного сообщения — знака, на основании которых можно определить степень достоверности кодограммы любой длины.

Источник выдает информацию в виде комбинаций двоичных элементов — триггерных посылок или коротких импульсов, получаемых при переключении ячеек памяти. В АПД эти импульсы должны быть преобразованы так, чтобы их можно было ввести в канал связи. Смысл этого преобразования заключается в следующем.

Спектр последовательностей импульсов постоянного тока сосредоточен в области нижних частот и вплотную примыкает к нулевой частоте. Для передачи данных часто используют телефонные каналы, полоса пропускания которых не содержит данной области спектра. Следовательно, сообщение необходимо преобразовать так, чтобы его спектр совпадал с полосой пропускания канала.

Место АПД в системе передачи данных показано на рис. 67, когда передаются встречные потоки сообщений по дуплексному каналу связи. В ряде случаев

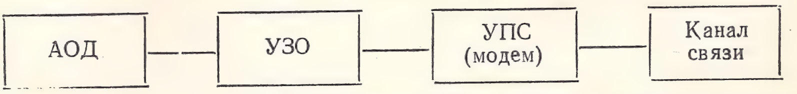


Рис. 67. Схема включения АПД в систему передачи данных.

используют симплексные сигналы, передача по которым в данный момент времени может вестись лишь в одном направлении. Иногда источник и потребитель данных соединяют не одним, а несколькими каналами.

Возникающие в процессе передачи информации по двоичному каналу* ошибки бывают двух видов: «0 → 1» (прием единицы вместо переданного нуля) и «1 → 0» (прием нуля вместо переданной единицы) [4]. Количество неправильно принятых элементов в двоичной последовательности заданной длины определяет кратность ошибки: при искажении одного элемента имеет место одиночная ошибка, двух — двойная, трех — тройная и т. д.

Участок принятой с ошибками последовательности называется *пакетом* ошибок. Длина пакета ошибок равна количеству двоичных элементов между первым

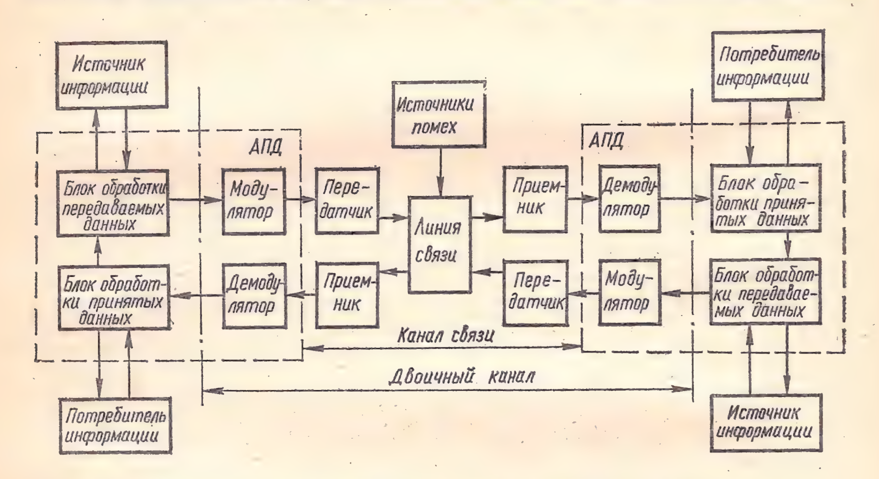


Рис. 68. Структурная схема АПД с учетом воздействия помех.

и последним ошибочно принятыми элементами, включая и их. Количество следующих подряд правильно принятых элементов внутри пакета ошибок не должно превышать некоторого значения, определяемого в процессе статистических исследований каналов из условий правильного разделения следующих друг за другом пакетов ошибок.

Количественное описание характера распределения ошибок в принятой последовательности обычно сводится к определению вероятностей появления ошибок различной кратности и пакетов ошибок различной длины.

В канале с независимым искажением элементов последовательности, т. е. в канале без памяти, вероятность неправильного приема определенного элемента не зависит от того, как приняты предыдущие элементы — правильно или неправильно. Это имеет место, если воздействия помехи (рис. 68), приводящие к появлению ошибок, возникают независимо друг от друга и каждое из них может привести к ошибочной регистрации лишь одного элемента [1].

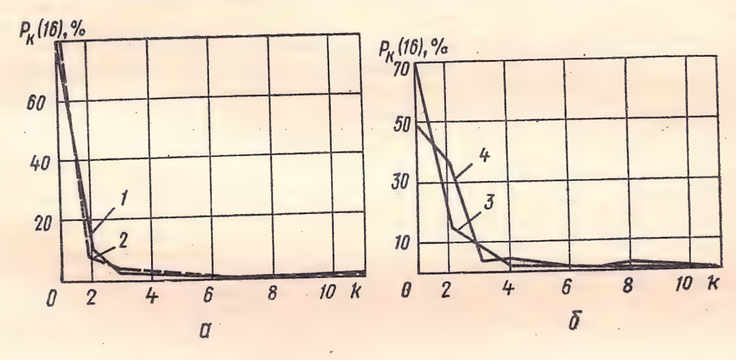
Распределение искаженных элементов в n-последовательности в данном случае подчиняется биноминальному закону [4]. При таком распределении все ошибки равной кратности равновероятны. Если вероятность p неправильного

* Под двоичным каналом подразумевается совокупность технических средств и физической среды, включая модулятор передатчика и демодулятор приемника АПД, обеспечивающих передачу двоичной информации.

приема двоичного элемента не зависит от его значения, то вероятность $p_k(n)$ приема n-последовательности с k-кратной ошибкой

$$p_k(n) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k} = C_n^k p^k q^{n-k},$$

где $q = 1 - p$ — вероятность правильного приема элемента.



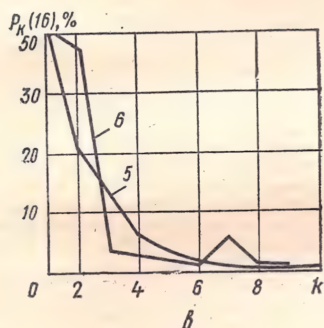


Рис. 69. Графики распределения $p_k(16) = f(k)$, характерные для малой (*а*), средней (*б*) и большой (*в*) интенсивностей импульсных помех:

1 — $p(16) = 4{,}6 \cdot 10^{-4}$; *2* — $p(16) = 1{,}46 \cdot 10^{-2}$; *3* — $p(16) = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$; *4* — $p(16) = 7{,}6 \cdot 10^{-3}$; *5* — при скорости передачи 1200 *бод*; *6* — при скорости передачи 1800 *бод*.

Вероятностью правильного приема n-последовательности

$$q(n) = 1 - p(n) = 1 - \sum_{i=1}^{n} C_n^i p^i q^{n-i} = q^n,$$

где $p(n)$ — вероятность того, что в n-последовательности произойдет хотя бы одна ошибка.

В ряде случаев воздействие помехи не ограничивается одним элементом, а в зависимости от мощности и длительности случайного возмущения, искажающего сигнал, может привести к неправильному приему группы двоичных элементов, т. е. к возникновению пакета ошибок. Имеет место также зависимость количества неправильно принятых элементов от длительности элементарной посылки, т. е. от скорости передачи, при неизменных канале и помехе. Поэтому в реальных каналах ошибки в принятых последовательностях коррелированы, а следовательно, применение биномиальной модели канала может привести к ложным результатам при анализе и синтезе того или иного способа обработки информации в системе передачи данных.

Результаты экспериментального исследования телефонных каналов радио- и радиорелейных линий связи показаны графически на рис. 69—72 [4]. На

рис. 69, *а* изображены два графика распределения $p_k(n)$ в процентах от общего числа комбинаций, принятых с ошибками, которые получены на радиоканале УКВ диапазона с использованием ЧМ модулятора-демодулятора на скорости 1200 *бод*. Характерной особенностью данных графиков является наличие резко выраженного максимума при $k = 1$. Количество испытательных комбинаций длиной 16 двоичных элементов, принятых с одним искаженным элементом, достигает 80%. Хотя эти распределения наиболее близки к биномиальному, однако даже для них разность между экспериментальными и расчетными параметрами настолько велика, что использование биномиальной модели для вычисления вероятности появления ошибок различной кратности приводит к недопустимым погрешностям.

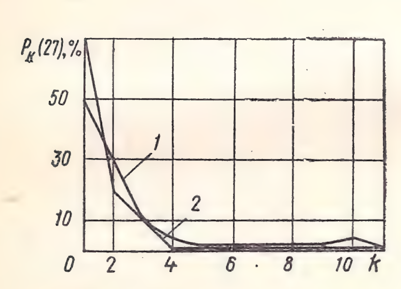


Рис. 70. График распределения $p_k(27) = f(k)$, характерные для средней интенсивности импульсных помех:
1 — в УКВ канале; *2* — в РРЛ канале.

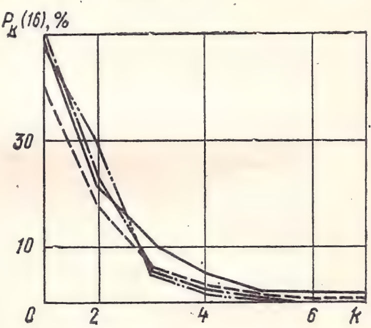


Рис. 71. Графики распределения $p_k(12) = f(k)$ для УКВ радиоканала:
——— — $p(16) > 10^{-2}$; — — — —$10^{-2} \geq$ $\geq p(16) > 5 \cdot 10^{-3}$; —·—·— — $5 \cdot 10^{-3} \geq$ $\geq p(16) > 10^{-3}$; —··—··— —$10^{-3} \geq$ $\geq p(16) > 10^{-4}$.

Распределения $p_k(n)$ типа (рис. 69, *а*) наблюдались относительно редко, в основном в наиболее благоприятных для распространения радиоволн условиях при минимальной интенсивности источников промышленных и атмосферных помех. Значительно чаще регистрировались распределения с большим процентом многократных ошибок. На рис. 69,*б* изображены два графика, полученные в УКВ радиоканале при частотной модуляции. График *3* получен при $p = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$, т. е. при хорошем состоянии канала. Однако и в этих условиях комбинации, принятые с одиночной ошибкой, составляют всего 70% от общего числа; на долю двойных ошибок приходится 15%, а остальные 15% более или менее равномерно распределяются между многократными ($k > 2$) ошибками. График *4* получен в условиях интенсивных атмосферных помех. Если качество канала ухудшилось всего на 0,5 десятичного порядка, то характер ошибок существенно изменился; больше чем в два раза возросла доля двойных ошибок (около 38%), в то время как доля одиночных ошибок уменьшалась до 50%.

На рис. 69, *в* изображены графики, полученные при высокой интенсивности импульсных помех атмосферного происхождения в телефонном канале радиорелейной линии с использованием относительной фазовой модуляции. График *5* получен при скорости передачи 1200 *бод*, а график *6* — 1800 *бод*; условия распространения одинаковы и в том и другом случае. Характерно, что увеличение скорости передачи приводит к таким же результатам, как и повышение интенсивности импульсных помех (см. рис. 69, *б*). Происходит это, вероятно, за счет уменьшения энергии элементарного сигнала.

На рис. 70 изображены графики, полученные в УКВ и РРЛ каналах с относительной фазовой модуляцией для испытательной комбинации длиной 27 двоичных элементов. Для эксперимента использовали внешний датчик и приемник испытательных комбинаций. Эксперименты проводили и с меньшими длинами испытательных комбинаций. Вероятность неправильного приема комбинаций возрастает с увеличением длины n-последовательности. Однако скорость возрастания $p(n)$ меньше скорости увеличения длины последовательности, что свидетельствует о группировании ошибок.

На рис. 71 изображены графики для УКВ канала. Каждый из них получен путем усреднения частостей за сеансы, вероятность неправильного приема комбинации в которых находится в пределах, указанных на рисунке. Общее время, за которое проводилось усреднение,— два часа. В течение этого времени было проанализировано около $5 \cdot 10^5$ шестнадцатиэлементных комбинаций ($8 \cdot 10^6$ двоичных элементов). Сеансы, объединенные в первую группу $[p(16) > 10^{-12}]$, составили около 30% общего времени измерения, вторую группу $[10^{-2} \geqslant p(16) > 5 \cdot 10^{-3}]$ — около 50%, третью группу $[5 \cdot 10^{-3} \geqslant p(16) \geqslant 10^{-3}]$— около 5% и четвертую группу $[10^{-3} \geqslant p(16) > 10^{-4}]$ — около 15% [4]. Это указывает на нестабильность параметров канала во времени*. Проведенные эксперименты показывают, что изменяется во времени не только качество канала, но и соотношение между частостями появления p подряд искаженных элементов. Причем с ухудшением качества канала, определяемого частостью неправильного приема двоичного элемента или частостью p неправильного приема n-последовательности, доля многократных ошибок возрастает более резко, чем при биномиальном законе.

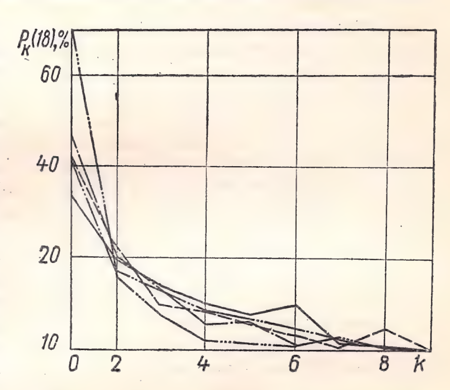


Рис. 72. Графики распределения $p_k(12) = f(k)$ для КВ радиоканала: ——— $p(12) \geqslant 10^{-1}$; — — — —$10^{-1} \geqslant p(12) > 5 \cdot 10^{-2}$; —·—·— —$5 \cdot 10^{-2} \geqslant p(12) \geqslant 10^{-2}$; —··—··— — $10^{-2} \geqslant p(12) > 5 \cdot 10^{-3}$; —···— — $5 \cdot 10^{-3} \geqslant p(12) > 10^{-3}$.

На рис. 72 изображены графики для КВ радиоканала, полученные на трассе длиной 600 *км*. При измерениях использовали двенадцатиэлементные испытательные комбинации, передаваемые со скоростью 75 *бод*. Длительность сеанса измерений составляла 30 *мин*. За это время по каналу передавалось 11 250 двенадцатиэлементных комбинаций (135 000 двоичных элементов). Реальные распределения ошибок для КВ радиоканала еще более резко отличаются от биномиальной модели. Кроме того, и стабильность параметров его изменяется в больших пределах, чем для рассмотренных выше каналов, за счет возрастания нижней границы [с большими значениями p и $p(n)$].

Применительно к радиоканалам можно выделить три типа ошибок. К первому типу относятся ошибки, возникающие при нормальном уровне сигнала и являющиеся результатом воздействия аддитивных, главным образом импульсных, помех атмосферного и промышленного происхождения. Характерной особенностью данных ошибок является их группирование в пакеты и независимость вероятности искажения двоичного элемента от его значения. Второй и третий типы ошибок объясняются в основном мультипликативным воздействием помех, т. е. снижением

* Следует отметить, что длительность одного сеанса составила 5 *мин*, в течение которых по каналу передавалось 22 500 шестнадцатиэлементных комбинаций (360 000 двоичных элементов). В реальных условиях объем передаваемых кодограмм значительно меньше указанной величины. При этом возможен еще больший разброс параметров канала от сеанса к сеансу относительно среднего значения.

уровня сигнала в точке приема. Ко второму типу относятся всплески ошибок, каждый из которых составляет большой интервал принятой последовательности (порядка сотен тысяч двоичных элементов). Третий тип ошибок характеризуется появлением в принятой последовательности участков, состоящих из одних нулей (если нуль соответствует нулевому потенциалу двоичной последовательности).

Наибольшую трудность представляют ошибки первого типа, так как в данном случае решение о верности принятого знака приходится принимать на основании результата декодирования только его самого.

О появлении ошибок второго типа свидетельствует большое количество забракованных знаков на сравнительно небольшом интервале принятой кодограммы, что облегчает обнаружение ошибок, так как при этом целесообразно «вычеркнуть» весь участок принимаемой последовательности, включая и те комбинации, в которых ошибки не были обнаружены. Обнаружение ошибок третьего типа не составляет особой трудности и лишь приводит к определенным ограничениям в структуре помехоустойчивого кода.

Для защиты от ошибок используют избыточное кодирование сообщений. Кодирование в АПД заключается в преобразовании знаков ρ_i сообщения, соответствующих одному или группе алфавитно-цифровых знаков и представленных равномерным m-элементным кодом, в n-элементные кодовые слова S_i корректирующего кода (n, m). Разработано значительное количество корректирующих кодов, реализация которых не представляет существенных технических трудностей [4]. В системах передачи данных в настоящее время наибольшее применение получили групповые коды, сочетающие высокую эффективность использования избыточности с относительной простотой технической реализации АПД.

Групповым кодом называется множество всех кодовых слов, образующих конечную группу относительно закона композиции группы, т. е. определенной операции над кодовыми словами, входящими в группу. В случае использования двоичных кодов в качестве закона композиции группы обычно применяется операция поэлементного суммирования по модулю 2. Такие групповые коды называют также *линейными*, так как любое кодовое слово может быть получено с помощью линейных операций над информационными элементами.

Двоичные групповые коды являются разделимыми, т. е. в них можно выделить m информационных элементов, совпадающих с соответствующими элементами знака ρ_i, и $n-m$ избыточных элементов. Последние образуются путем суммирования по модулю 2 определенных наборов информационных элементов. Так как результат такого суммирования определяется четностью или нечетностью количества единиц в наборе, то указанную операцию часто называют *проверкой на четность*, а избыточные элементы кодового слова—*проверочными элементами*. Особенность группового кода заключается в постоянстве состава информационных элементов, определяющих данный проверочный элемент для любого знака ρ_i. Следовательно, для группового кода имеется единый алгоритм преобразования $\rho_i \to S_i$, определяемый составом информационных элементов в каждой из проверок. Это обстоятельство и является причиной относительной простоты технической реализации групповых кодов.

Одним из наиболее распространенных способов задания групповых кодов является запись $n-m$ проверочных уравнений [4]:

$$S_{m+1} = a_{11}S_1 + \cdots + a_{1l}S_l + \cdots + a_{1m}S_m;$$
$$S_{m+2} = a_{21}S_1 + \cdots + a_{2l}S_l + \cdots + a_{2m}S_m;$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$S_n = a_{n1}S_1 + \cdots + a_{nl}S_l + \cdots + a_{nm}S_m,$$

где a_{ij} может быть равно 1 или 0 в зависимости от выбранного кода (если $a_{ij} = 1$, то j-й информационный элемент используется для определения значения $(m + i)$-го проверочного элемента.

Технически схемы кодирующих и декодирующих устройств для групповых кодов реализуются на $n—m$ сумматорах по модулю 2, на входы которых в соответствии со структурой матриц коммутируются элементы знака сообщения или элементы принимаемой из канала последовательности S_i'.

Избыточное кодирование в АПД используется либо для исправления ошибок, либо для обнаружения ошибок и следующей за этим повторной передачи кодограмм. Использование корректирующих кодов связано с передачей по каналу избыточных сведений, содержащих информацию о структуре передаваемого знака. Это является одной из причин того, что эффективная скорость передачи информации отличается от количества двоичных элементов, передаваемых по каналу в единицу времени.

Будем оценивать коэффициент использования канала e отношением среднего числа m двоичных элементов, выдаваемых приемником АПД в единицу времени, к среднему количеству n' переданных по каналу за это же время элементов. При декодировании с исправлением ошибок вероятность неприема знака $p_0 = 0$. Избыточные сведения, передаваемые по каналу, однозначно определяются избыточностью кода. Следовательно,

$$e_1 = \frac{m}{n_1'} = \frac{m}{n_1}, \tag{86}$$

где n_1 — длина кодового слова в системе с исправлением ошибок. Поэтому максимальная скорость выдачи информации источником не может превышать величины $R' = eR = \frac{m}{n_1} R$ (R — скорость передачи двоичных элементов по каналу).

При декодировании с обнаружением ошибок, помимо вносимой в код избыточности, имеет место повторная передача забракованных ранее знаков, которая также влияет на эффективную скорость передачи. Оценим коэффициент использования канала для некоторой гипотетической системы, в которой при «вычеркивании» знака для восполнения потерь информации по каналу передается M слов кода (n_2, m) и забракованный знак повторяется до тех пор, пока не будет принят, т. е. $\delta = 0$. Предположим, что и при первой передаче применялся тот же код (n_2, m). Если для приема знака потребуется j повторных передач, то по каналу будет передано дополнительно jMn_2 двоичных элементов. При достаточно большом времени между двумя последовательными передачами данного знака их прием можно считать независимым. В этом случае вероятность того, что для приема знака потребуется j повторений, равна $p_0^j\,(1 - p_0)$. Следовательно, среднее количество дополнительно переданных по каналу двоичных элементов

$$n_{\text{доп}} = \sum_{j=1}^{\infty} jMn_2 p_0^j (1 - p_0) = Mn_2 \frac{p_0}{1 - p_0},$$

откуда:

$$n_2' = n_2 \frac{1 + (M - 1)\,p_0}{1 - p_0};$$

$$e_2 = \frac{m}{n_2} \cdot \frac{1 - p_0}{1 + (M - 1)\,p_0}. \tag{87}$$

Как видно из формулы (87), в системе с обнаружением ошибок и повторением передачи группы кодовых слов эффективность использования канала зависит от вероятности «вычеркивания» знака. При заданном коде p_0 определяется состоянием канала. Следовательно, коэффициент e_2 уменьшается с ухудшением состояния канала. Максимум e_2 достигается при $p_0 \to 0$ и определяется коэффициентом избыточности кода (n_2, m).

При определении коэффициента использования канала предполагается, что скорость передачи информации зависит от среднего количества знаков, принятых в единицу времени. Причем, вероятность приема неправильного знака не превышает допустимой величины ε. Естественно, что чем ближе коэффициент e к 1, тем лучше используется канал, т. е. тем быстрее будет передаваться сообщение при неизменной скорости R передачи двоичных элементов в канале. Эта скорость считается заданной и при известных параметрах сигнала, канала и помех определяет вероятность p появления в принимаемых последовательностях неправильных элементов.

Таким образом, параметр e может быть использован для сравнения различных способов передачи данных при условии постоянной канальной скорости R и одинаковых значениях степени достоверности и потерь информации, обеспечиваемых АПД.

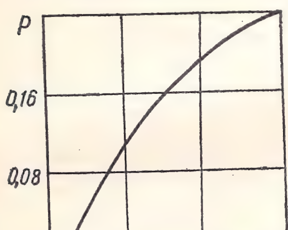


Рис. 73. График зависимости вероятности p неправильного приема двоичного элемента от скорости передачи в канале с флуктуационной помехой.

Рассмотрим, каким образом можно определить скорость R. Пока в нашем распоряжении имеется только один отправной момент: при заданных помехе и сигнале в данном канале существует зависимость между скоростью передачи и вероятностью появления ошибочного элемента на выходе приемника связи, т. е. $p = f(R)$. Известно, например, что вероятность ошибки при флуктуационной помехе для идеального приемника определяется выражением

$$p = \frac{1}{2}\left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)\right],$$

где $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int\limits_0^x \exp(-t^2)\,dt$ — табулированный интеграл вероятности; a — коэффициент, определяемый степенью различия двоичных сигналов и отношением энергий сигнала и помехи; при частотной модуляции

$$a = \frac{U_{\text{с}}}{\sigma\sqrt{2}}\sqrt{\tau_0} = \frac{U_{\text{с. эфф}}}{U_{\text{п. эфф}}}\sqrt{\frac{\Delta F}{R}};$$

$U_{\text{с. эфф}}$ и $U_{\text{п. эфф}}$ — эффективные значения напряжения сигнала и помехи на выходе приемного фильтра; ΔF — полоса пропускания канала; R — скорость передачи двоичных элементов по каналу; τ_0 — длительность двоичного элементарного сигнала.

Следовательно, если, оставляя все остальные параметры неизменными, менять скорость передачи, то будет изменяться и вероятность p.

На рис. 73 показан характер зависимости $p = f(R)$ для канала с частотной модуляцией при $U_{\text{с. эфф}} = U_{\text{п. эфф}}$. При этом

$$p = \frac{1}{2}\left[1 - \operatorname{erf}\left(\sqrt{\frac{3100}{2R}}\right)\right].$$

Как и следовало ожидать, увеличение скорости передачи приводит к ухудшению качества канала. В реальных каналах, используемых для передачи данных в АСУ, $\frac{U_{\text{с. эфф}}}{U_{\text{п. эфф}}} > 1$. Следовательно, вероятности будут меньше значений, приведенных на графике (рис. 73) для всего диапазона скоростей. Однако характер зависимости $p\left(\frac{dp}{dR} > 0\right)$ остается неизменным.

Если теперь обратиться к формулам (86) и (87), то из второй явно следует, что с увеличением вероятности $p(n)$ появления неправильных знаков, а следовательно, и вероятности p_0 «вычеркивания» знака коэффициент e_2 использования канала уменьшается. А так как скорость R' передачи информации при указанных ограничениях пропорциональна коэффициенту e_2 и скорости R передачи двоичных элементов, то задача выбора R для получения максимума R' должна решаться для каждого конкретного канала и применяемого способа восстановления потерь информации.

Однако это ограничение на выбор R не является единственным. С увеличением p возрастает вероятность $p_л$ неправильного приема знака. Значит, для обеспечения условия $R_л < \varepsilon$ для больших значений R потребуется большая избыточность, что, в свою очередь, приводит к увеличению p_0.

Задача выбора оптимальной скорости передачи двоичных элементов по каналу в реальных условиях осложняется также нестабильностью качества канала за счет воздействия на сигнал, помимо флуктуационных помех, возникающих в элементах каналообразующей аппаратуры и в среде, по которой сигнал распространяется, помех от посторонних источников. Приходится, кроме того, учитывать, что в ряде случаев аппаратура может работать по разным каналам, в том числе и по составным, образованным участками радио, радиорелейных и проводных линий связи.

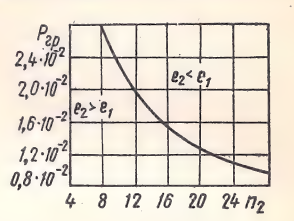


Рис. 74. Граница эквивалентности систем по эффективной скорости передачи информации.

В целях обеспечения возможности информационного сопряжения различных элементов АСУ и различных типов АПД, применяемых в разных звеньях управления, целесообразно ограничить количество возможных градаций скоростей, используемых в АПД. Для упрощения технической реализации устройств, сопрягающихся с АПД, работающими на разных скоростях, следует использовать кратные номиналы скоростей. Международным консультативным комитетом по телеграфии и телефонии (МККТТ) рекомендуются следующие градации скоростей: 50(75) *бод* — стандартные телеграфные каналы; 150 и 300 *бод* — каналы радиостанций КВ диапазона; 600 *бод* — каналы низкого качества; 1200 *бод* — стандартные телефонные каналы с полосой 300—3400, 300—3000 или 300—2700 *гц* (в качестве основной); 2400, 3600 и 4800 *бод* — специальные телефонные каналы для передачи данных.

На рис. 74 представлена граница эквивалентности систем передачи данных по эффективной скорости передачи информации, в которых используется АПД с обнаружением ошибок и повторной передачей (коэффициент использования канала e_2) и АПД с исправлением ошибок при декодировании (коэффициент использования канала e_1). Это приближенное сравнение выполнено по условию одинаковой достоверности информации для случая $M = 3$ (на рис. 74, где $p_{гр}$ — граничное значение вероятности ошибочного приема двоичного элемента, при котором обе системы имеют равную эффективную скорость передачи; n_2 — длина кодового слова в системе с переспросом). Для всех значений качества канала p, лежащих ниже $p_{гр} = f(n_2)$, в системе с переспросом избыточность используется более эффективно, т. е. скорость передачи информации с допустимой вероятностью ошибки оказывается выше, чем в случае автоматической коррекции ошибок при декодировании.

Так как при любом способе кодирования ряд ошибок, приводящих к трансформации передаваемого кодового слова в другое кодовое слово, не может быть обнаружен, то каждый выдаваемый из АПД знак с некоторой вероятностью $p_л$ может оказаться неправильным. Вероятность $p_л$, обеспечиваемая аппаратурой передачи данных, определяет потери достоверности информации при передаче по каналу. Вероятность $Q = 1 - p_л$ определяет степень достоверности принятой

Основные

Характеристика	«Аккорд-1200 ПП»	«Аккорд-1200ПМ»	«Аккорд-1200 ПД»	УЗО «Аккорд-1200 ПП»	«Модем-1200»	«Аккорд-50»
Достоверность передачи (вероятность ошибки на знак)	Не хуже 10^{-6}	Не хуже 10^{-6}	Не хуже 10^{-6}	Не хуже 10^{-6}	Не хуже 10^{-6}	Не хуже 10^{-6}
Метод защиты от ошибок (тип кода)	Обнаружение ошибок и последующий перезапрос искаженных слов		Циклический код с обнаружением ошибок	Обнаружение ошибок (код циклический)	—	Автоматическое обнаружение и устранение ошибок при фиксированной длине блока; обнаружение ошибок при свободной длине блока
Используемые каналы	Коммутируемые и выделенные телефонные каналы	С двухпроводным окончанием			Телефонный канал организованный кабельными, воздушными, радиорелейными линиями связи; цепи ГТС	Коммутируемые телеграфные каналы
Модуляция	Частотная				Частотная	—
Рабочая частота* прямого канала, *гц*	1500±200; 1700±400	1500±200; 1700±400	1500±200; 1700±400	—	1500±200; 1700±400	—
Источники информации	Перфолента (фотосчитывающее устройство FS-1500)	—	Перфолента (фотосчитывающее устройство FS-1500)	—	—	АОД и ТА
Напряжение питания, *в*	220 (50 *гц*)					

Таблица 55

характеристики АПД

«Минск-1500»	«Онега-АТП»	«Светофор»	БТИ-Ф	«Март»	Р-903
Не более 10^{-6}—10^{-7}	10^{-6}—10^{-7}	10^{-6}	10^{-6}—10^{-7}	10^{-7}	—
Инверсный или дополнение до нечетности	Кодирование с обнаружением ошибок и последующий перезапрос искаженных слов	Комбинированный код	Обнаружение ошибок и перезапрос искаженных блоков данных	Автоматическое исправление ошибок	Обнаружение ошибки и перезапрос искаженных блоков данных
Коммутируемые (АТС) и некоммутируемые телефонные линии связи	Коммутируемые телефонные каналы	—	Линии телефонной связи (через АТС)	Коммутируемые междугородные телефонные каналы связи	Двух- или четырехпроводные коммутируемые и некоммутируемые телефонные каналы
Фазовая	Частотная	—	Фазовая	—	Частотная
—	—	—	—	—	1500±220; 1700±400
Перфолента (фотосчитывающее устройство ФСМ-6 или FS-1500) ЭЦВМ «Минск-22»	Перфолента (фотосчитывающее устройство ФСУ-1П)	Перфолента (трансмиттер)	Перфолента (ФСУ-1)	Перфолента (СП-2 или СП-3); магнитная лента (У435, У445)	Перфолента 5, 8-дорожечная (СП-2, СП-3) или ЭЦВМ (через устройство Р-801)
220 (50 *гц*)	127/220 (50 *гц*)	—	—	380/220 (+10%; —15%)	220(+10%; —15%) (50±1 *гц*)

Характеристика	«Аккорд-1200 ПП»	«Аккорд-1200 ПМ»	«Аккорд-1200 ПД»	УЗО «Аккорд-1200 ПП»	«Модем-1200»	«Аккорд-50»
Потребляемая мощность, *ва*	До 1000	600	600	500	Не более 100	До 250
Габаритные размеры, *мм*	Стойки (УЗО) 1432× ×598× ×480	Стойки (УЗО) 882×598× ×480	Стойки (УЗО) 882×598× ×480	1432× ×598× ×480	234×573× ×653	1082×600× ×480
Вес комплекта, *кг*	Не более 350	Не более 300	Не более 300	185	35	Не более 150
Дальность связи, *км*	12 000 (при 600 *бод*); 5000 (при 1200 *бод*)				12 500	—

* Средняя частота и девиация частоты — при передаче нуля и единицы.

информации. При разработке АПД необходимо выбрать такой способ кодирования, чтобы $p_л \leqslant \varepsilon_1$, т. е. чтобы вероятность неправильного приема знака не превышала допустимого значения.

Наиболее эффективным способом использования избыточности при наличии обратного канала является декодирование с обнаружением ошибок, при котором в случае обнаружения последних в принятой последовательности происходит «вычеркивание» знака. Восполнение потерянной при вычеркивании знаков информации происходит путем повторений соответствующих кодовых слов или участков сообщения. При этом могут быть реализованы различные алгоритмы обработки информации, использующие возможность переспроса забракованной информации или многократное повторение сообщения.

Вероятность p_{0j} того, что после j повторений знак окажется непринятым, определяет потери информации при передаче данных. Если потребитель информации допускает наличие в выдаваемой АПД кодограмме δ забракованных зна-

Продолжение табл. 55

«Минск-1500»	«Онега-АТП»	«Светофор»	БТИ-Ф	«Март»	Р-903
До 1000	Передающий комплект—700; приемный комплект — 700; НМЛ—120	—	—	500	Передатчика — до 700; приемника — до 800
—	Передающей станции — 920×790×900; приемной станции — 1160×790×900; НМЛ—890×700×780; шкафа питания—600×500×890	—	Передатчика — 658×450×1188; приемника — 750×450×955; буферного преобразователя — 1452×1464×560; ПИ-80-У—1140×760×470	—	650×1500×500
—	Передающей станции — 158; приемной станции—180; НМЛ—480; шкафа питания — 85	—	Передатчика — 150; приемника—130; БП-1—520; позиционного перфоратора—300	—	Не более 400
В пределах предприятия, города	—	—	В пределах сети АТС города или промпредприятия	100; 4000	—

ков, то алгоритм обработки информации, реализованный в АПД, должен обеспечивать выполнение условия $p_0 \leqslant \delta$. Это так же, как и обеспечение требуемой степени достоверности, приводит к необходимости передавать по каналу избыточную информацию.

Степень загрузки канала информацией определяет коэффициент e использования канала, показывающий, какая часть переданного по каналу массива двоичных элементов поступает на выход АПД. Коэффициент e и скорость R передачи по каналу двоичных элементов определяют допустимую скорость выдачи информации источником.

Источниками и потребителями данных в автоматизированных системах управления являются автоматы, осуществляющие накопление и всевозможные виды переработки информации. Примером таких автоматов могут быть электронные вычислительные машины (ЭВМ), выполняющие расчетную и информационно-логическую переработку данных. Последняя заключается в классификации,

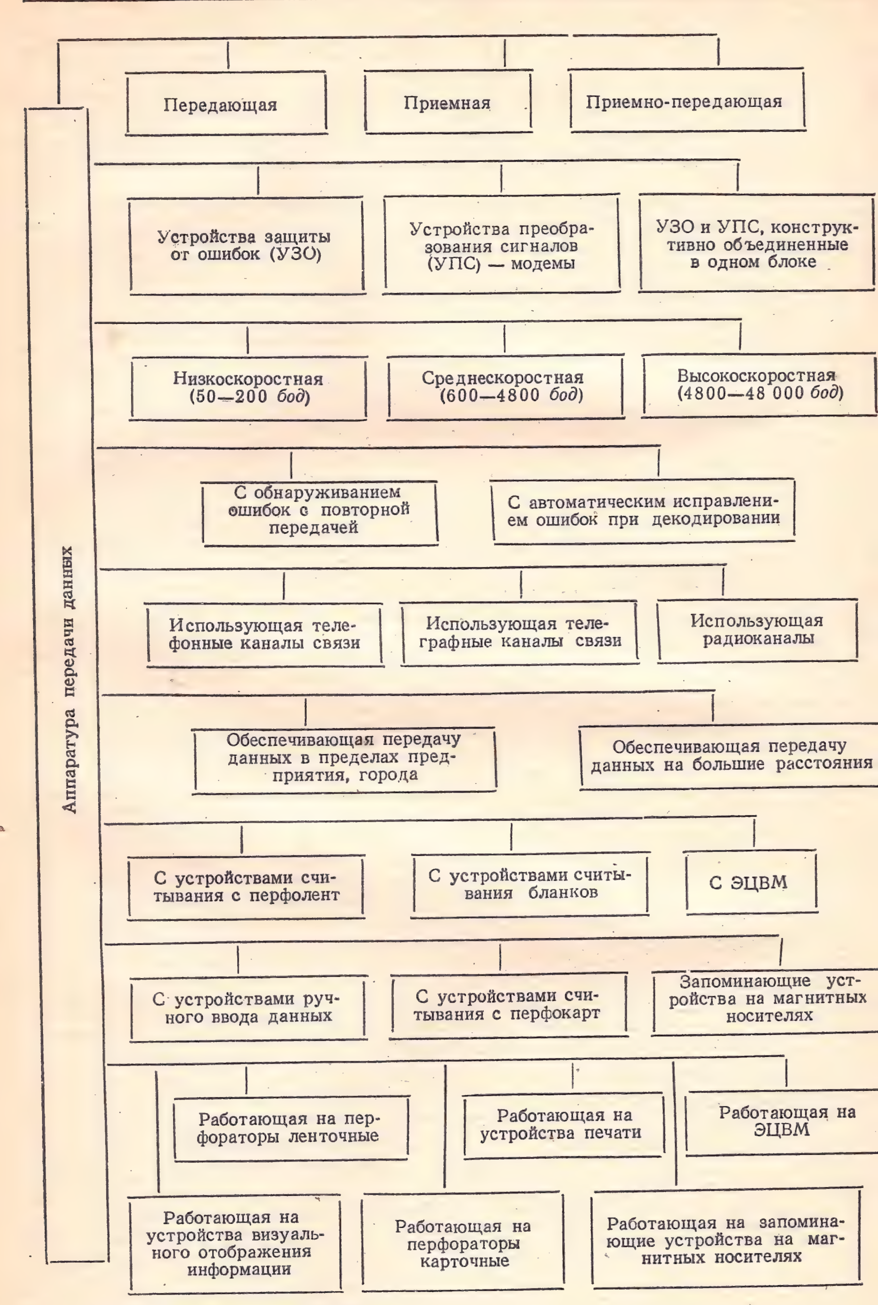


Рис. 75. Классификация АПД.

накоплении и хранении поступающих данных, обновлении их, выдаче справочных данных по требованию потребителя и т. п. Другими примерами автоматов являются: устройства отображения информации, создающие наглядное представление данных в интересах оператора; устройства запроса информации, обеспечивающие связь человека с вычислительными машинами; всевозможные датчики, контролирующие какие-либо параметры и преобразующие данные к виду, удобному для передачи и переработки в ЭВМ.

Высокая достоверность информации и максимальная скорость ее передачи при ограниченном времени задержки являются противоречивыми требованиями. В зависимости от характера перерабатываемых данных любое из них может быть доминирующим. В связи с этим при выборе и разработке АПД обычно используют два критерия оптимальности: максимум скорости передачи при обеспечении допустимого значения вероятности неправильного приема; минимум вероятности неправильного приема при обеспечении заданного времени передачи сообщения.

На практике чаще используют первый критерий, так как передача данных является лишь одним из этапов переработки информации в АСУ. Поэтому снижение вероятности неправильного приема ниже определенного уровня за счет увеличения среднего времени передачи сообщения не имеет смысла, поскольку это мало скажется на общей вероятности выдачи потребителю неправильной информации из-за ее возможного искажения на других этапах переработки.

В отечественных и зарубежных разработках АПД наметилось три главных направления: создание систем передачи информации, охватывающих размещенные на значительных расстояниях (в масштабах страны) пункты сбора и переработки информации; создание систем, охватывающих сбор и передачу данных в пределах замкнутого предприятия и обслуживающих различные подсистемы АСУ; создание систем передачи данных, обслуживающих одну из подсистем АСУ.

Разрабатывают и выпускают АПД со строго регламентированными МККТТ основными техническими характеристиками и параметрами, что позволяет использовать различные типы АПД в пределах одной системы, а также сопрягать между собой системы обмена данными, оснащенными разнотипными АПД. К регламентируемым параметрам и характеристикам АПД относятся: скорость передачи по каналу связи; метод защиты от ошибок и тип помехозащитного кода; алгоритм работы; перечень цепей обмена и их функции (стык); параметры сигналов обмена и др.

АПД можно классифицировать по различным признакам. В настоящем справочнике в качестве классификационных использованы такие признаки, которые более или менее полно отражаются в паспортных данных серийной АПД и могут быть использованы при выборе аппаратуры в процессе проектирования (рис. 75).

Основные типы АПД и их характеристики приведены в табл. 55.

2. ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АПД ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В АСУ

Выбирая АПД для проектируемой АСУ, необходимо учитывать:

объем информации, курсирующий между периферийными пунктами сбора и центральным ВЦ в течение одного цикла сбора и обработки данных;

требуемую частоту сеансов передачи (доставки) информации или требуемое время доставки различных потоков информации;

число и рассредоточенность пунктов сбора на территории района действия АСУ;

структуру подсистем сбора и обработки информации.

Для АСУ, объекты которых размещены на территории области, республики, страны, с учетом стоимости арендованных междугородных каналов связи, при любых объемах информации и числе периферийных пунктов более дешевой оказывается доставка информации с помощью транспортных средств, включая почтовую связь общего пользования и связь посредством специального курьера. Однако время доставки в этом случае не всегда удовлетворяет требованиям оперативности. Поэтому единственным условием, на основе которого может быть принято решение, является

$$t_{доп} \leqslant t_{затр\,max}, \tag{88}$$

где $t_{доп}$ — допустимое время доставки информации; $t_{затр\,max}$ — максимальное время, затрачиваемое на доставку информации транспортными средствами.

Несоблюдение неравенства (88) является необходимым и достаточным аргументом в пользу применения АПД.

Если объекты АСУ расположены на территории большого города, где есть возможность использовать имеющиеся городские телефонные коммутируемые сети без существенного увеличения абонентской платы, экономические затраты и время доставки информации с помощью АПД и автотранспорта становятся сопоставимыми. При этом граничное значение требуемого времени доставки t, при котором целесообразно использовать АПД, может быть определено из выражения

$$t = \frac{\Delta\bar{l}\,[Vq_\Sigma + NC\tau_{ост}q_{ост}(1-K_а) \pm \sqrt{\Delta\bar{l}^2\,[Vq_\Sigma + NC\tau_{ост}q_{ост}(1-K_а)]^2 + 4\,[V\bar{v}q_\Sigma\,NCq_{ост}(\bar{l}_mK_а + \tau_{ост}\bar{v})]\,V\Delta\bar{l}\left(\frac{C}{A}\right)^{\frac{2}{3}}}}{2\,[V\bar{v}q_\Sigma - NCq_{ост}(\bar{l}_mK_а + \tau_{ост}\bar{v})]},$$

где $\Delta\bar{l} = \bar{l}_p - \bar{l}_m$; $\bar{l}_m$ и $\bar{l}_p$ — средние расстояния соответственно между двумя соседними пунктами и от периферийных пунктов до ВЦ; V — суммарный объем передаваемой информации за один цикл сбора и обработки;

$$q_\Sigma = q_э + p_вq_0 + \frac{q_0}{T_0};$$

$q_э$ — повременная зарплата эксплуатирующего персонала; q_0 — повременная зарплата обслуживающего персонала; $p_в$ — коэффициент времени, отведенного на техническое обслуживание; T_0 — среднее время наработки на отказ; N — количество периферийных пунктов сбора информации; C — скорость передачи одной АПД; $\tau_{ост}$ —средняя продолжительность остановки автотранспорта в одном пункте; $q_{ост}$ — стоимость простоя автотранспорта в единицу времени;

$$K_а = \frac{\bar{v}q_{эв}}{q_{ост}};$$

$\bar{v}$ — средняя скорость движения автотранспорта; $q_{эв}$ — стоимость проезда единицы пути; $A = 1{,}6$ — эмпирический коэффициент;

$$\bar{l}_m = \frac{\sum\limits_N l_{m_i}}{N}; \quad \bar{l}_p = \frac{\sum\limits_N l_{p_i}}{N};$$

l_{m_i} — расстояние от i-го до $(i+1)$-го пункта; l_{p_i} — расстояние от i-го периферийного пункта до ВЦ.

Если допустимое время доставки в проектируемой АСУ больше рассчитанного по этой формуле, то более эффективным средством доставки информации является автотранспорт.

3. ВЫБОР СРЕДСТВ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В системах управления, кроме устройств, предназначенных для передачи информации, куда входят и некоторые средства сбора и первичной обработки (телетайпы, перфораторы и реперфораторы и др.), используют еще и различные периферийные средства сбора и первичной переработки производственной информации: преобразователи информации, логические и вычислительные устройства, устройства вывода оперативной информации (сигнализации, индикации, печати) по вызову, устройства вывода неоперативной информации для экономических расчетов (печати, регистрации на машинные носители, передачи информации в другие ЭВМ) и др.

Соответствующее оборудование выбирают в следующей последовательности [6]. Определяют необходимое количество каналов ввода информации по формуле [7]

$$N_{\text{кан}}=\sum_{i=1}^{k}\frac{n_1}{r_1}+N_{\text{кан. рез}},$$

где n_1 — количество датчиков данного вида $(i = 1, 2, 3, \ldots, k)$; r_1 — количество датчиков данного вида, присоединяемых к одному каналу; $N_{\text{кан. рез}}$ — резервное количество каналов, зависящее от перспектив расширения системы управления.

От устройства связи с объектом в ЭВМ сигналы чаще всего передаются в частотной и дискретной форме. Суммарная разрядность, *дв. разрядов*, при частотной информации

$$W_{\text{част}}=\sum_{j=1}^{m} r_j W_j+W_{\text{част. рез}};$$

при дискретной информации

$$W_{\text{дискр}}=\sum_{i=1}^{k} r_i W_i+W_{\text{дискр. рез}},$$

где W_j и W_i — разрядность датчиков, присоединенных к j-му и i-му каналам; r_j и r_i — количество датчиков, присоединенных к j-му и i-му каналам; m и k — количество каналов; $W_{\text{част. рез}}$ и $W_{\text{дискр. рез}}$ — резервные разрядности каналов.

При оперативном управлении производством информация с объекта (на объект) поступает по многочисленным каналам связи. Для сокращения объема оборудования применяют уплотнение информации при передаче методами [7] частотного уплотнения и время-импульсной коммутации. Первый метод, который часто применяют в телефонии и телеграфии, требует для распределения информации большого количества фильтров. Второй метод применяют в телемеханике, где коммутация каналов производится либо с постоянным циклом, либо с переменным (программно).

Если вводимая (выводимая) информация поступает по n каналам связи, каждый из которых имеет H двоичных разрядов, и в каждом канале необходимо

произвести измерение за период времени $\Delta T_и$, то коммутатор должен произвести $\frac{n}{\Delta T_и}$ переключений в секунду или переключить $\frac{nH}{\Delta T_и}$ двоичных разрядов в секунду. Так как $\frac{H}{\Delta T_и} = \beta$, где β — частота подключения одного разряда датчиков, присоединенных к данному каналу, то частота коммутации каналов, *дв. разрядов/сек*

$$\beta_{кан} = n\beta.$$

Если производство характеризуется высокими скоростями протекания процессов и требует высокой точности измерения, то предъявляются определенные требования к β. Частота ввода информации с аналоговых датчиков, *дв. разрядов/сек*,

$$\beta \geqslant \frac{100}{2\varepsilon_0 T_и} \log_2 \left(\frac{100}{2\varepsilon_0} + 1\right),$$

где ε_0 — допустимая ошибка измерения данного параметра, %; $T_и$ — минимальное время измерения переменной во всем диапазоне.

Частота ввода информации с дискретных датчиков, *дв. разрядов/сек*,

$$\beta = \frac{1}{t_{имп}},$$

где $t_{имп}$ — период времени между двумя соседними импульсами, поступающими с объекта, или сообщениями.

Если $t_{имп}$ значительно меньше минимально допустимого, рекомендуется ставить местные накопители информации с разрядностью

$$m \geqslant \log_2 \frac{\Delta T}{t_{имп}}.$$

Число выходов (в дв. разрядах) коммутатора должно быть равно суммарной разрядности всех каналов ввода—вывода информации:

$$N_{ком} = W_{част} + W_{дискр},$$

а разрядность коммутатора $H_{ком} = \log_2 N_{ком}$.

Продолжительность цикла опроса всех каналов

$$T_ц = \frac{1}{\beta_{ком}} N_{ком}.$$

Для временного уплотнения передачи информации в зависимости от частоты переключения $\beta_{ком}$, которая определяется числом коммутируемых каналов, применяют электромеханические или электронные коммутаторы. Если $\beta_{ком} > > 50$, то рекомендуется применять электронные коммутаторы.

В процессе оперативного управления производством необходимо увязывать выполняемые задачи для создания оптимальной организационной структуры, а также для обеспечения ритма работы в целом. Объект управления характеризуется целым рядом параметров. Для того, чтобы им управлять, необходимо знать, какие из этих параметров наиболее важны. Поэтому сигналы от управляемых объектов воспринимаются управляющей машиной в зависимости от уровня приоритетности. Количество уравнений приоритетности информации выбирают исходя из количества различных по ценности видов информации.

Ценность информационного показателя определяется величиной материально-технического ущерба производству в результате запоздалого появления этого показателя. Ценность информации находит выражение в приоритетности: чем меньше допустимое время задержки, тем выше уровень приоритетности. Одновременно пришедшие сообщения с равными приоритетами могут иметь относительно друг друга и относительно идущей в данный момент программы различную степень приоритетности. Приоритет между прерывающими программами устанавливается специальной программой в каждой машине.

При оперативном управлении производством все вычислительные операции можно разделить на вычисления, выполняемые в реальном масштабе времени, и вычисления, связанные с обработкой итоговых данных. При этом наряду с вычислениями производится печать результатов (перфорация). В этом случае быстродействие определяется скоростью печати (перфорации).

Продолжительность вычислений, выполняемых в реальном масштабе времени, определяется временем цикла опроса датчиков объекта $T_{ц}$:

$$t_{выч} \leqslant T_{ц},$$

а также количеством $n_{оп}$ операций, приходящихся на единицу выводимой информации, количеством $W_{выв}$ единиц выводимой информации и средней продолжительностью $t_{оп}$ операций:

$$t_{выч} = n_{оп} W_{выв} t_{оп}.$$

Отсюда

$$t_{оп} \leqslant \frac{T_{ц}}{n_{оп} W_{выв}}.$$

За единицу выводимой информации при оперативном управлении производством принимают управляющие и предупредительные сигналы, цифровые и алфавитно-цифровые сообщения.

Требуемое быстродействие, *операций/сек*,

$$V_{выч} = \frac{1}{t_{оп}}.$$

Описанная методика расчета быстродействия является приближенной и применяется при отсутствии математического описания вычислительного процесса [7].

4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСОВ И УСТРОЙСТВ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Аппаратура передачи данных

Аппаратура «Аккорд-1200 ПП» (см. табл. 55) предназначена для передачи и приема данных со скоростью 600 и 1200 *бод* по сети коммутируемых и выделенных телефонных каналов и состоит (рис. 76) из устройства защиты от ошибок (*УЗО*), выполненного в виде стойки приемопередатчика, устройства преобразования сигналов (*УПС*, модема), выраженного в виде блока, встроенного в стол оператора, устройства сопряжения и устройств ввода и вывода.

Аппаратура имеет следующие режимы работы:

«телефон» — обеспечивается служебная связь (вызов, переговоры) по коммутируемым и выделенным телефонным каналам;

«передача данных» — осуществляется передача данных в соответствии с установленной скоростью работы;

«прием данных» — осуществляется прием информации в соответствии с установленной скоростью работы;

«на себя» — проверяется исправность аппаратуры.

Поставляемый комплект аппаратуры состоит из стойки УЗО приемопередатчика; стола оператора; фотосчитывающего устройства *FS*-1500; перфоратора ленточного ПЛ-150; монтажного комплекта ЗИП; прибора ПВК; телефонного аппарата ТА-65 АТС; комплекта эксплуатационно-сопроводительной документации.

Аппаратура «Аккорд-120 ПМ» (см. табл. 55) предназначена для приема данных со скоростью 600 или 1200 *бод* по сети коммутируемых и выделенных телефонных каналов с двухпроводным окончанием. Работает совместно с аппаратурой «Аккорд-1200 ПП» или «Аккорд-1200 ПД», установленной на удаленных станциях.

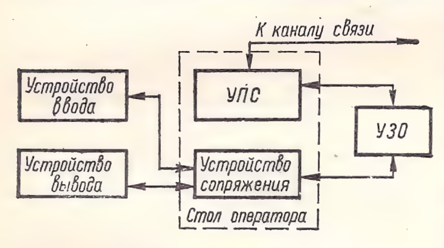


Рис. 76. Структурная схема аппаратуры «Аккорд-1200 ПП».

Аппаратура имеет следующие режимы работы:

«телефон» — обеспечивается служебная связь (вызов, переговоры) по коммутируемым и выделенным телефонным каналам с двухпроводным окончанием;

«прием данных» — осуществляется прием из канала связи в соответствии с установленной скоростью работы;

«на себя» — проверяется исправность аппаратуры.

Поставляемый комплект аппаратуры состоит из стойки УВО приемника; стола оператора; перфоратора ленточного ПЛ-150; монтажного комплекта ЗИП; прибора ПВК; телефонного аппарата ТА-65 АТС; комплекта эксплуатационно-сопроводительной документации.

Аппаратура «Аккорд-1200 ПД» (см. табл. 55) предназначена для передачи данных со скоростью 600 или 1200 *бод* по сети коммутируемых и выделенных телефонных каналов с двухпроводным окончанием и работает совместно с аппаратурой «Аккорд-1200 ПП» или «Аккорд-1200 ПМ», установленной на удаленных станциях.

Аппаратура имеет следующие режимы работы:

«телефон» — обеспечивается служебная связь (вызов, переговоры) по коммутируемым и выделенным телефонным каналам с двухпроводным окончанием;

«передача данных» — осуществляется передача данных в соответствии с установленной скоростью работы;

«на себя» — проверяется исправность аппаратуры.

Поставляемый комплект аппаратуры состоит из стойки и УЗО передатчика; стола оператора; фотосчитывающего устройства *FS*-1500; монтажного комплекта ЗИП; прибора ПВК; телефонного аппарата ТА-65 АТС; комплекта эксплуатационно-сопроводительной документации.

Устройство защиты от ошибок «Аккорд-1200 ПП» (см. табл. 55) предназначено для повышения достоверности в системах сбора и обработки данных при совместной работе с устройствами преобразования сигналов. Устройство представляет собой приемопередатчик, выполненный в виде стойки с пультом управления.

Устройство обеспечивает односторонний обмен данными; двусторонний поочередный обмен данными; одновременный обмен данными в двух направле-

ниях. В комплект УЗО устройства входит: стойка приемопередатчика; комплект инструмента и запасных частей; комплект эксплуатационно-сопроводительной документации.

Рабочие частоты для прямого и обратного каналов приведены в табл. 56.

Таблица 56

Рабочие частоты для прямого и обратного каналов

Канал	Частота передачи, *гц*	Средняя частота, *гц*	Частота передачи «нуля», *гц*
Прямой, при скорости работы, *бод*:			
1 200	1300±2	1700±2	2100±2
600	1300±2	1500±2	1700±2
Обратный, при скорости работы 75 *бод*	390±2	420±2	450±1

Аппаратура передачи данных «Аккорд-50» (см. табл. 55) предназначена для передачи данных со скоростью 50 *бод* по сети коммутируемых телефонных каналов абонентского телеграфирования [2] и представляет собой приемопередающую стойку стационарного типа. При наличии канала связи с соответствующими параметрами возможно переключение скорости на 100 *бод*.

Аппаратура (рис. 77) обеспечивает следующие режимы работы: с автоматическим обнаружением и устранением ошибок, возникающих в канале связи при фиксированной длине блока передаваемой информации; с обнаружением ошибок, возникающих в канале связи при свободной длине блока информации с использованием комбинации «начало блока» и «конец блока».

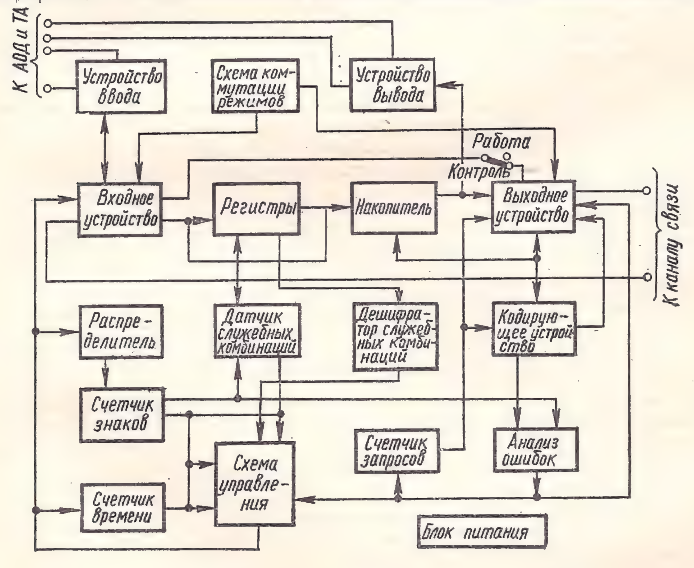


Рис. 77. Структурная схема аппаратуры «Аккорд-50».

В комплект аппаратуры входят: стойка приемопередающая; комплект инструмента и запасных частей; комплект эксплуатационно-сопроводительной документации.

Устройство преобразования сигналов «Модем-1200» (см. табл. 55) предназначено для передачи дискретных сигналов по телефонному каналу, организо-

ванному кабельными, воздушными, радиорелейными линиями связи, а также по цепям ГТС [2].

Устройство представляет собой приемопередающий прибор настольного типа и обеспечивает:

частотное разделение телефонного канала на два канала — прямой и обратный;

преобразование дискретных данных, поступающих в виде двухполярных посылок прямоугольной формы от оконечного оборудования, в частотномодулированные сигналы, пригодные для передачи по телефонным каналам связи;

преобразование частотномодулированных сигналов, поступающих из канала связи, в двухполярные посылки прямоугольной формы;

синхронизацию по тактам и регенерацию принятых сигналов прямого канала (ввод и вывод информации осуществляется последовательным кодом).

В комплект устройства входят: прибор приемопередатчика; прибор выделенного канала ПВК; комплект инструмента и запасных частей; комплект эксплуатационной сопроводительной документации.

Устройство передачи данных «Минск-1500» (см. табл. 55) предназначено для дистанционной передачи по телефонным каналам информации, нанесенной на перфоленту со стартстопного считывающего устройства, или посимвольной передачи информации, выводимой непосредственно из ЭВМ, а также для приема с выводом принятой информации на перфоратор или вводом непосредственно в ЭВМ [8].

Передача осуществляется по коммутируемым (АТС) и некоммутируемым телефонным линиям связи, не уплотненным высокочастотной аппаратурой, с затуханием не более 3,3 *неп* на частоте 800 *гц*.

Устройство можно применять в системах сбора и обработки информации для передачи в пределах предприятия или города. Устройство состоит из следующих основных блоков: кодопреобразователя; приемопередатчика, автоматического подключения и отключения, связи с внешними устройствами; питания.

К устройству подключаются ленточный перфоратор ПЛ-80/8 и фотосчитывающий механизм ФСМ-6 (или *FS*-1500).

Устройство работает по принципу системы с решающей обратной связью. Разделение информационного и служебного каналов — временное. При передаче информация от источника поступает в параллельном коде. Источником информации служит фотосчитывающее устройство или ЭВМ «Минск-22», а потребителем информации — перфоратор ленточный ПЛ-80/8 или ЭВМ «Минск-22».

При непосредственном подключении устройства к ЭВМ «Минск-22» возможны местные режимы работы без передачи информации в линию связи. При этом фотосчитывающее устройство можно использовать для ввода информации в машину в режиме прерывания, а перфоратор — для вывода информации из машины.

Соединение устанавливают обычным путем при помощи номеронабирателя телефонного аппарата. После установления соединения линию переключают на устройство. На вызываемой станции вызов с линии поступает на телефонный аппарат или непосредственно на устройство, которое при этом автоматически подключается к линии.

Технические характеристики

Вероятность приема ошибочного символа при вероятности искажения символа в линии не более 10^{-2} — 10^{-3}	Не более 10^{-6} — 10^{-7}
Число двоичных разрядов алфавитно-цифровой информации, знаков (символов)	5, 6, 7 или 8
Тип кодирования (в зависимости от качества линии)	Инверсный или дополнение до нечетности
Скорость передачи, *символов/сек*:	
при разрядных символах с дополнением до нечетности	135
при 5-разрядных символах с инверсным кодированием	100
при 6-8—разрядных символах с дополнением до нечетности . .	110
при 6-8—разрядных символах с инверсным кодированием . . .	80

Напряжение, вырабатываемое блоком питания (стабилизированное), *в*:	
при токе до 5*а*	—15
при токе до 2*а*	—8,5
при токе до 1 *а*	+2,5
при токе до 3 *а*	—27
нестабилизированное	—24
переменное	80
промышленное однофазное (50 *гц*)	220
постоянное	—27
Потребляемая мощность (вместе со считывающим устройством и перфоратором), *ква*	1
Время автоматического отключения обоих комплектов от линии (при неисправности линии или одного из устройств, невозможности приема — передачи), *мин*	2
Время вырабатывания звукового предупредительного сигнала до отключения комплектов, *мин*	1

Скоростная аппаратура передачи цифровой информации «Онега-АТП» (см. табл. 55) предназначена для передачи цифровой информации непрерывным потоком по коммутируемым телефонным каналам [2] и входит в состав системы электронных и электромеханических машин «Онега», предназначенных для механизации и автоматизации переводных, пенсионных и других почтово-кассовых операций с информационной связью между машинами.

Аппаратура состоит из передатчика и приемника, предназначенных для передачи цифровой информации с заданной достоверностью по телефонным каналам, и обеспечивает передачу данных из районных узлов связи (РУС) в зональный вычислительный центр (ЗВЦ), а также обмен данными между ЗВЦ.

Высокая достоверность передаваемой информации достигается при помощи решающей обратной связи, обеспечиваемой использованием в передающей станции трех запоминающихся устройств, в каждом из которых хранится одно слово.

Аппаратура построена в основном на типовых элементах — феррит-транзисторных модулях. Каждый агрегат выполнен в виде отдельной конструкции. Станции выполнены в виде столов, позволяющих работать оператору сидя, при совместном использовании обеих станций.

В состав передающего комплекта входят: фотодиодное считывающее устройство с автоматическим транспортом ленты ФСУ-1П; передающая станция с пультом управления; шкаф питания с распределелительным щитом и соединительными кабелями. В состав приемного комплекта входят: приемная станция с пультом управления, накопитель на магнитной ленте (НМЛ), шкаф питания с распределительным щитом и соединительными кабелями.

Технические характеристики

Ввод передаваемой информации	С 5-дорожечной перфоленты
Скорость ввода информации, *строк/сек*	200
Регистрация принятой информации	На магнитной ленте
Форма представления информации	Код «2 из 5»
Способ передачи информации	Частотно-модулированными посылками
Скорость передачи информации (электрическая), *бод*	600
Время передачи «слова», содержащего полезную информацию, *м/сек*:	
26 разрядов	250
39 разрядов	360
Время передачи команды («сдвиг» или «сбой»), состоящей из 10 двоичных разрядов, по контрольному каналу, *мсек*	135
Максимальное время соединения канала (в одну строку), *мсек*	50
Вероятность регистрации ошибочного знака	10^{-6}—10^{-7}
Способ повышения достоверности до 10^{-3}—10^{-4}	Кодирование с обнаружением ошибок и последующий перезапрос искаженных «слов»
Емкость ОЗУ, дес. разрядов	1300
Скорость передачи запроса, *бод*	75

Наработка на отказ, *ч*:	
для передающего полукомплекта	Не менее 35
для приемного полукомплекта	Не менее 35
Условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	10—30
влажность, %	65±15

Система передачи данных «Светофор» (см. табл. 55) предназначена для передачи данных о наличии и движении вагонов [7] и обеспечивает передачу данных с линейных подразделений и хозяйственных единиц в вычислительный центр железной дороги, образованный при управлении, а также результатов расчетов с вычислительного центра на большие станции, в депо и т. д.

В пункте передачи информации устанавливают: ленточный перфоратор для предварительной заготовки информации на ленте; трансмиттер для передачи информации на вычислительный центр; передающее каналообразующее устройство для образования каналов, по которым осуществляется передача информации; устройство телеуправления и телесигнализации ТУ-ТС для приема сигналов от электронного приемника; табло для контроля во время передачи. В пункте приема информации устанавливают каналообразующее устройство для образования каналов передачи данных; устройство телеуправления и телесигнализации для передачи команд от электронного приемника. На вычислительном центре устанавливают: результирующие перфораторы для нанесения принятой информации на перфокарты и ее предварительной обработки; табулятор для автоматической обработки числовых величин, нанесенных на перфокарты, перед введением их в ЭЦВМ.

Источниками информации являются линейные пункты и хозяйственные единицы. Линейные пункты — мелкие станции, которые передают в вычислительный центр небольшой объем информации (до 10—20 тысяч знаков за сутки). Таким станциям представляют отдельные каналы для передачи информации. Их включают в групповой канал (до десяти пунктов). Хозяйственными единицами являются большие станции, депо и т. п. Они передают в ИВЦ значительный объем информации, а также принимают результаты вычислений. В ИВЦ информация принимается на перфокарту.

Программное устройство вместе с аппаратурой телеуправления и телесигнализации в определенное время опрашивает пункты передачи в последовательности, заложенной программой. Каналы передачи информации односторонние. ЭЦВМ выдает результаты обработки данных на перфоленте, на которой перед группой результатов вычислений наносятся адреса хозяйственных единиц.

Для передачи алфавитно-цифровой информации используют все комбинации телеграфного кода «3 из 5». Достоверность передаваемой информации повышается за счет комбинированного способа защиты. Буквы передаются обычным телеграфным кодом, используя все 30 комбинаций, но с вертикальной проверкой на нечетность положительных импульсов всех знаков групп вычислений. Достоверность буквенной информации ниже, чем цифровой. Однако буквенная информация, передаваемая в хозяйственные единицы, читается человеком и, следовательно, легко исправляется последним.

Технические характеристики

Электрическая скорость телеграфирования, *бод* . . .	50
Скорость передачи, *знаков/мин*	400
Практическая продуктивность системы, *знаков/мин*	300
Код телеграфированя	«3 из 5»
Достоверность передачи	10^{-6}
Вид информации	Буквенный и алфавитно-цифровой

Система БТИ-Ф (см. табл. 55) предназначена для передачи данных по линиям АТС города или промышленного предприятия [7] и состоит из ряда телемеханических передатчиков, располагаемых на пунктах накопления данных, и одного телемеханического приемника, обычно в ИВЦ. На пунктах передачи данные

накапливаются на перфоленте, с которой считываются при передаче информации потребителю. На приемном пункте данные могут быть выведены на перфоленту и введены в ЦВМ «Минск-32» и «Минск-22» или другие, приспособленные для приема знаков во II международном телеграфном коде. Защита от искажений кодов при считывании и от помех в линии связи обеспечивает вероятность ложного знака порядка 10^{-6}—10^{-7}.

В системе предусмотрено накопление данных с выводом на 80-колонные перфокарты. Используется информационная обратная связь для посылки команд на передатчик: при искажении посылается команда «реверс», при нормальном приеме — «пуск».

Фотосчитыватель ФСУ-1 реверсируется и пускается на одну кодовую группу, соответствующую одной перфокарте.

Технические характеристики

Скорость считывания с перфоленты на передатчик, *строк/сек*	До 200
Команды в обратном канале	Частотно-импульсные
Колебания напряжения, % от номинального	От +10 до —15
Температура окружающей среды, °С:	
для передатчиков	5—40
для приемника и устройства перезаписи БЛП-1	10—35

Устройство передачи данных «Март» (см. табл. 55) предназначено для передачи статистической и экономической информации в системах планирования и управления [7]. Группа устройств обеспечивает связь между пунктами сбора информации и ВЦ, а также между ВЦ и может передавать данные о выполнении плана предприятиями, статистическую информацию, сведения о фондовых материалах, часть служебной переписи, данные по сетевому планированию и т. д.

Устройство передает буквенно-цифровую информацию, предварительно нанесенную на бумажную перфоленту или магнитную ленту, по коммутируемым междугородным телефонным каналам связи, арендуемым на короткое время. Для уменьшения времени аренды канала предусмотрено возможно более полное использование его объема. С этой целью вся информация передается непрерывно блок за блоком без ожидания сигналов обратной связи. Кроме того, устройство автоматически поддерживает заданную достоверность при вероятности искажения элементарного символа в канале не более 10^{-3}.

Один приемник может работать с несколькими передатчиками, подключаемыми посредством вызова через АТС (МТС). В комплект, кроме передатчика и приемника, входят также два фотосчитывателя (СП-2 или СП-3) или один из магнитных накопителей У435, У445 и два перфоратора ПЛ-150.

Технические характеристики

Скорость модуляции, *бод*:	
информационный канал	1200/600
обратный канал	200/100
Техническая скорость передачи информации, *бит/сек*	1000/500
Достоверность	10^{-7}
Дальность действия, *км*	4000/10000 (при скорости модуляции 1200/600 *бод*)
Среднее время между отказами, *ч*:	
для передатчика	1000
для приемника	500
Носители информации	Магнитная лента, бумажная лента с 5, 6, 7 информационными дорожками
Диапазон рабочих температур, °С	От +5 до +50

Аппаратура Р-903 для передачи данных (см. табл. 55) предназначена для передачи алфавитно-цифровой информации по двух- или четырехпроводным ком-

мутируемым и некоммутируемым телефонным каналам с частотной полосой 300—3400 *гц*. Аппаратуру можно применять в ведомственных и отраслевых системах автоматизированного управления; в вычислительных центрах, обрабатывающих в централизованном порядке экономическую, плановую, статистическую и другие виды информации от ряда отдаленных абонентов, а также в информационно-справочных службах и т. п. [7].

Аппаратура осуществляет на передающем конце передачу сообщений с 5 и 8-дорожечной перфоленты или с ЭВМ через устройство Р801 комплекса технических средств «Рута-110» и вывод принятых сообщений на приемном конце на перфоленту или на устройство Р801 для ввода в ЭВМ. Аппаратура обеспечивает:

соединение передатчика и приемника по коммутируемому телефонному каналу связи с помощью обычного номеронабирателя или посылкой сигнала «вызов» в случае выделенной линии связи;

синфазирование передатчика с приемником в начале передачи и во время передачи;

считывание с 5 и 8-дорожечной перфоленты и со специальной ленты сообщений, защищенных (или незащищенных) по строкам четность—нечетность (сообщения накапливаются блоками, выделенными в начале и в конце служебными кодовыми словами из двух или менее кодовых комбинаций);

прием сообщений с устройства Р801 или с другого внешнего накопителя, выдающего информацию позначно по запросу и обеспечивающего возможность повторения по запросу всего блока сообщения;

передачу сообщений по телефонным каналам общего пользования;

автоматический контроль передаваемой информации (позначно и всего блока сообщений) и исправление обнаруженных ошибок путем повторной передачи.

При обнаружении ошибки в блоке сообщений источнику информации и потребителю информации выдается сигнал «ошибка». В случае обнаружения ошибки у потребителя по сигналу последнего повторяются сообщения передаваемого или переданного блока сообщений. При обнаружении ошибки во время вывода информации на перфоленту прием информации прерывается на том символе, на котором обнаружена ошибка. Вслед за этим символом перфорируется код «ошибка» (одну-две любые кодовые комбинации и три кодовые комбинации в международном телеграфном коде № 2) и три пустые строки. При этом приемником аппаратуры по обратному каналу передается команда «Реверс», по которой передатчик повторяет сообщение передаваемого блока сообщений.

Передаваемые блоки сообщений имеют следующую структуру: кодовое слово «начало блока» — одна-две произвольные рядом идущие кодовые комбинации; информационная часть сообщения; кодовое слово «конец блока» — одна-две произвольные рядом идущие кодовые комбинации. При этом блоки сообщений на перфоленте разделяются тремя пустыми строками.

Для одного комплекта аппаратуры при наличии объемов информации, требующих для передачи 1—1,5 *ч* работы аппаратуры в сутки (примерно 200 000 знаков), ориентировочный экономический эффект составляет около 15—20 тыс. руб. в год.

Аппаратура выполнена в виде отдельных шкафов — приемника и передатчика, состоящих из следующих функциональных устройств: вводно-выводного устройства; оконечного устройства обработки данных (логической части); каналообразующей аппаратуры (модемы). В комплект аппаратуры входят: передатчики аппаратуры Р903; модем передатчика; приемник аппаратуры Р903; модем приемника; считыватель с перфоленты СП-2 (СП-3); перфоратор ленточный ПЛ-80 (ПЛ-150); телефонный аппарат; стол; ящик для перфолент; техническая документация.

Аппаратура устанавливается в вычислительных центрах, в диспетчерских пунктах или в конторских помещениях и подсоединяется к коммутируемой телефонной линии связи. Аппаратура рассчитана для работы при температуре окружающего воздуха 10—35° С, относительной влажности 30—80% и давлении 760 ± 25 *мм рт ст*. Среднее время наработки на отказ передатчика и прием-

ника — не менее 200 *ч*. Среднее время восстановления — не более 1 *ч*. Время непрерывной работы — не менее 22 *ч*.

Технические характеристики

Скорость считывания информации с перфоленты (считыватель СП-3), *строк/сек*	До 150
Скорость перфорации информации (ленточный перфоратор ПЛ-150), *строк/сек*	До 150
Скорость приема и вывода информации (с устройства и на устройство), *знак/сек*	До 200
Скорость передачи информации по коммутируемым и некоммутируемым телефонным каналам связи, *бод*	1200 или 600
Скорость передачи информации в обратном канале связи, *бод*	75
Требуемая частотная полоса канала связи, *гц*	300—3400
Допустимое затухание на частотах 1700 и 420 *гц*, *неп*	Не более 4,6
Девиация частот, *гц*, при скорости передачи:	
1200 *бод*	1700±400
600 *бод*	1500±200
75 *бод*	420±30
Достоверность передачи	Одна необнаруженная ошибка на 10^6 — 10^7 переданных алфавитно-цифровых знаков

Дополнительные устройства к АПД

Аппаратура контроля данных «Онега-КС» предназначена для контроля достоверности данных, отперфорированных на стандартной телеграфной перфоленте [2]. В состав аппаратуры входят: стол контрольный с телеграфным аппаратом СТА-2М и лентопротяжным считывающим механизмом; стабилизатор напряжения СН-220-0,3; устройство для перемотки перфоленты.

Аппаратура работает в режимах «контроль», «прием и контроль», «передача и контроль». Для обнаружения искажений разряды «слова» представляются в коде «2 из 5», количество разрядов в «слове» сохраняется постоянным, «слово» дополняется контрольной суммой по модулю 2.

Аппаратура имеет блочный принцип построения с использованием основного логического элемента — типового феррит-транзисторного модуля.

Технические характеристики

Скорость ввода контролируемых данных, *бод*	50
Длина «слов»	26 или 39 десятичных разрядов
Время контроля «слова», *сек*:	
26-разрядного	4,2
39-разрядного	6,3
Напряжение питания, *в*	127/220 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ва*	600
Габаритные размеры, *мм*	1380×810×1110
Вес, *кг*	120

Измеритель краевых искажений ИКИ предназначен для измерения искажений при передаче сигналов по каналам связи со скоростью 50, 75, 100, 200, 600 и 1200 *бод* и состоит из двух частей: передающей и приемной [2].

Измеритель работает в следующих режимах:

«контроль» — проверяется работоспособность прибора «на себя» на всех скоростях передачи информации;

«старт-стоп» — производится измерение стартстопных искажений при передаче информации;

«синхронизация I» — производится измерение относительной длительности информационных посылок в телеграфном и дискретном каналах связи;

«синхронизация II» — производится измерение смешанных границ информационных посылок в дискретном канале связи относительно тактовой частоты, поступающей из модели.

Измеритель обеспечивает возможность параллельного подключения к телефонному или дискретному каналу связи и последовательного к телефонному каналу.

Технические характеристики

Скорость передачи, *бод*:	
в синхронном режиме	50; 75; 100; 200; 600; 1200
в стартстопном режиме	50; 75; 100; 200
Точность измерения в пределах измеряемых искажений:	
0—50%	±2
0—25%	±1
Напряжение питания, *в*	220 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ва*	120
Габаритные размеры, *мм*	653×533×234
Вес, *кг*	50

Прибор выявления ошибок ПВО предназначен для проверки качества дискретных каналов связи, оборудованных унифицированной аппаратурой сопряжения [2], с каналом связи на скоростях передачи информации 600—9600 *бод*, а также для проверки качества телефонных каналов на скоростях 50,75 и 100 *бод*.

Прибор — настольного типа, выполнен в виде двух блоков (измерения и питания), размещенных на одном каркасе. Основные особенности прибора:

параметры входных и выходных устройств и сигналов обмена соответствуют рекомендациям МККТТ;

процесс измерения полностью автоматизирован;

индикация числа ошибок осуществляется с помощью десятичных индикаторных ламп ИН-2;

подсчет числа перерывов связи, превышающих заданную длительность, производится с помощью специальной схемы с индикаторной лампой ИН-2.

Технические характеристики

Скорость передачи, *бод*	50; 75; 100 (телеграфный канал) и 600; 1200; 2400; 3600; 4800 (телефонный канал)
Емкость счетчика	10^3 ошибок и 10 расфазировок
Напряжение питания, *в*	220 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ва*	110
Габаритные размеры, *мм*	653×513×234
Вес, *кг*	50

Средства сбора и первичной обработки производственной информации

Система сбора производственной информации «Донецк-1» предназначена для сбора и регистрации производственной информации в различных областях промышленности с дискретным характером производства [3]. Система обеспечивает полуавтоматический сбор алфавитно-цифровой информации о выполнении заданий на рабочих местах в цехе, регистрирует оперативную информацию, предназначенную цеховому управленческому персоналу, на печать. Информацию, подлежащую дальнейшей обработке на вычислительном центре, выводить на перфоленту.

Систему можно использовать как составную часть общей системы управления предприятием лишь в тех случаях, когда управление всем предприятием ведется не в реальном масштабе времени.

В состав системы входят центральное устройство управления (УУ); информационно-вводной аппарат ИВА-1МА. Центральное УУ выполняет следующие функции:

осуществляет циклический опрос ИВА-1МА;

принимает информацию с ИВА-1МА и в зависимости от признаков, содержащихся в информации, выводит на соответствующие регистрирующие устройства;

формирует и передает в ИВА-1МА служебные сигналы «опрос», «ошибка», «УУ включено»;

контролирует, принимает от ИВА-1МА информацию и сигнализирует о наличии ошибок.

Периферийное устройство ИВА-1МА выполняет следующие функции:

считывает алфавитно-цифровую информацию с 80 или 45-колонной перфокарты;

считывает информацию с полноклавишной цифровой 8-разрядной клавиатуры;

считывает информацию с перфорированного жетона;

считывает информацию с узла переключателей;

формирует служебные признаки при считывании информации с клавиатуры и узла переключателей;

передает считываемую стартстопным способом информацию в устройство управления (по сигналам «опрос», получаемым из УУ);

формирует контрольный разряд по модулю 2 при передаче каждого символа в УУ.

В состав поставляемого комплекта входит: устройство управления; две печатающие машинки АПМ-3М; перфоратор ПЛ-80/8; три столика для АПМ-3М и перфоратора; пять коробок для приема и подачи бумажной ленты; 16 информационно-вводных аппаратов ИВА-1МА; комплект соединительных кабелей; комплект ЗИП на систему; комплект эксплуатационной документации.

Технические характеристики

Максимальное удаление ИВА-1МА от УУ, *км*	До 2
Максимальное время цикла опроса при готовности в передаче всех 16 ИВА-1МА, *мин*	4
Средняя скорость записи информации на перфоленту, *знаков/сек*	10
Максимальная скорость печати при сборе информации с ИВА-1МА, *знаков/сек*	10
Скорость передачи информации по линии связи от ИВА-1МА к УУ, *знаков/сек*	10—20
Количество знаков, вводимых с перфожетона	5
Система кодирования информации на перфожетоне	Двоично-десятичная
Количество десятичных знаков, вводимых	
с клавиатуры ИВА-1МА	8
с переключателей ИВА-1МА	6
Количество кодируемых знаков, вводимых с ИВА-1МА	64
Достоверность регистрации данных на перфоленте	10
Напряжение питания, *в*:	
для центрального полукомплекта используется трехфазное переменное	380/220
со средним потреблением мощности (600 *вт*) периферийного полукомплекта ИВА-1МА используется однофазное напряжение (со средним потреблением мощности 350 *вт*)	220
Максимальная длина сообщения, вводимого с ИВА-1МА	104 десятичных разряда
Условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	5—40 (±2)
относительная влажность, %	65—93
Технический ресурс, лет	6
Наработка на отказ, *ч*	Не менее 200
Среднее время восстановления, *ч*	Не более 1
Центральный комплекс и информационно-вводной аппарат выполнен на элементной базе	АСВТ-Д
Габаритные размеры:	
стойки ШК-4	1929×970×375
шкафа ИЖ-1	866×742×470
столиков, в которых размещены перфоратор,	

и печатающая машинка	470×470×1168
Вес, *кг*:	
центрального полукомплекта	230
ИВА-1МА	90
Площадь, необходимая для установки, *м²*	
центрального полукомплекта	12—18
ИВА-1МА	4
Цена, тыс. руб.	125

Устройство Р901 предназначено для ручного набора и автоматической передачи информации на устройство регистрации Р902. Может быть применено в периферийных системах сбора первичной информации с мест ее возникновения [3].

Устройство обеспечивает формирование сообщения, состоящего из четырех частей, объемом до 103 десятичных разряда. Состав типового сообщения: четыре десятичных разряда, набираемых на специальной коммутационной схеме; пять десятичных разрядов, формируемых на специальном жетоне; 14 десятичных разрядов, набираемых на клавиатуре; 80 десятичных разрядов, набираемых на перфокарте. Считывание сообщения происходит поразрядно командными сигналами от устройства регистрации Р902 в ждущем стартстопном режиме. Во время передачи сообщения происходит его печатание на телеграфную ленту. Порядок считывания сообщения следующий: номер устройства, клавиатура, жетон, перфокарта; текущая дата (поступает только на блок печати). Предусмотрена возможность формировать сообщения без перфокарты и жетона.

Конструктивно устройство выполнено в виде настольного прибора. Устанавливается стационарно в производственных, конторских или складских помещениях и соединяется с устройством Р902 при помощи кабельной линии связи. Температура окружающего воздуха не должна быть выше 10—35° С с относительной влажностью 30—50%.

Состав поставляемого комплекта: устройство Р901; эксплуатационная документация; запасные части и принадлежности в упаковке.

Состав сообщения, выводимого из Р901 на перфоленту, имеет следующую структуру: знак «начало сообщения» — один символ в двоичном коде, два символа в МТК № 2; номер устройства РДМ — четыре символа; информационное сообщение — до 99 символов; знак «конец сообщения» — один символ в двоичном коде, два символа МТК № 2.

При обнаружении ошибки во время вывода информации на перфоленту сообщение прерывается на том символе, на котором обнаружена ошибка. Вслед за этим формируется сообщение ошибки (два символа в двоичном коде, четыре символа в МТК № 2). Знак «конец сообщения», пропуск трех строк и знаки «начало сообщения», «начало массива» и «конец массива» выводятся на перфоленту при помощи кнопки на пульте управления «массив».

Конструктивно устройство выполнено в виде шкафа, с пульта управления имеется возможность выполнять следующие операции:

устанавливать скорость передачи информации, равную 300 или 600 *бит*, в устройство Р801;

устанавливать необходимый режим работы и перфорации;

устанавливать служебные коды для выделения на перфоленте массива и сообщения;

производить контроль работы устройства.

Устройство устанавливают в стационарных производственных и складских помещениях с температурой окружающего воздуха не выше 10—35° С.

Технические характеристики

Скорость сбора информации, *знаков/сек*	До 10
Длина сообщения, дес. знаков	До 103
Частота опроса принятых Р901, *гц*	50
Скорость передачи информации в устройство Р801, *бит*	300 или 600
Напряжение питания, *в*	200 (+10%; —15%), 50 *гц*

Потребляемая мощность при максимальном напряжении сети, *ва*	Не более 700
Вес устройства, *кг*	140
Габаритные размеры, *мм*	486×1097×636
Среднее время переработки на отказ, *ч*	Не менее 200
Достоверность передаваемой информации в Р801	Не менее 10^{-6}—10^{-7} на десятичный разряд
Время непрерывной работы, *ч*	22
Время восстановления, *мин*	Не более 30
Цена, руб.	12 000

Устройство Р902 предназначено для работы в составе аппаратуры сбора и передачи данных АСУ [3]. Применяется для сбора данных с устройства Р901 и вывода их на перфоленту, а также для передачи по каналу связи в устройство Р801 для ввода в ЭВМ. Область применения — цехи и участки промышленных предприятий с дискретным характером производства.

Устройство обеспечивает: циклический поиск из 12 устройств Р901 одного, у которого набрана информация; подключение устройств Р901 к линии связи по сигналу «опрос»; считывание сформированного сообщения на устройстве Р901 путем подачи сигнала со скоростью 10 *знаков/сек*; прием от устройства Р901 десятичных разрядов в двоичном коде или в МТК № 2 с дополнением до нечетности; перфорацию собираемой или вводимой с пульта управления информации и специальных служебных кодов, выделяющих массив сообщений и отдельные сообщения на перфоленте при помощи ленточного перфоратора ПА-80/8; передачу сообщений в устройство Р801 по двухпроводной машине связи на расстояние до 5 *км* со скоростью 300 или 600 *бит*; автоматический контроль информации и исправление обнаруженных ошибок путем повторения передачи сообщений.

Связь между устройствами Р902 и Р901 осуществляется с помощью 14-проводной линии связи. Все устройства Р901 к линии связи подключаются параллельно. При обнаружении ошибки в информации устройством Р902 ввод на перфоратор и устройство Р801 блокируется.

Технические характеристики

Длина линии связи, *м*	До 700
Напряжение питания, *в*	220±10—15% (50 *гц*)
Наработка на отказ, сообщений	Не менее 1000
Среднее время восстановления, *мин*	Не более 40
Коэффициент профилактики	Не более 0,1
Потребляемая мощность, *ва*	Не более 400
Габаритные размеры, *мм*	580×600×280
Вес, *кг*	51
Цена, руб.	2000

Устройство регистрации информации УРИ-2М предназначено для перфорации учетно-производственных данных на бумажной ленте, печати их на бумажном бланке (карте) и одновременного выполнения операций сложения и вычитания [3]. Применяется в качестве периферийного оборудования, устанавливаемого на складах, производственных участках, в отделах технического контроля.

Устройство состоит из трех функциональных блоков: модифицированной на базе «Аскота-117» суммирующей десятиклавишной машины; блока диодного дешифратора; ленточного перфоратора ПЛ-20.

Устройство имеет две клавиатуры — цифровых и служебных символов. Клавиатура служебных символов используется в соответствии с конкретной программой ввода. Механическое воздействие на клавиши и кнопки служебных символов преобразуется в электрические сигналы, поступающие на шифратор, который имеет 16 входов и пять выходов.

Коды символов на выходе шифратора приведены в табл. 57. Для контроля информации и контроля ввода в ЭВМ коды символов содержат признак нечетности.

Машина «Аскота-117» и блок шифратора закреплены на общей подставке и выведены в отдельный печатающий блок.

Таблица 57

Коды символов на выходе шифратора

Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код
0	00001	2	00100	4	01000	6	01101	8	10000	—	11100	+	11010	Н	10101
1	00010	3	00111	5	01011	7	01110	9	10011	Ошибка	11111	:	11001	К	10110

Устройство рассчитано для работы при температуре окружающего воздуха 5—35° С и относительной влажности 65 ± 15%. Завод-изготовитель гарантирует нормальную работу устройства в течение 12 месяцев с начала эксплуатации, но не более 18 месяцев со дня отгрузки.

Состав поставляемого комплекта: блок информатора; перфоратор ленточный ПЛ-20; соединительные кабели; комплект запасных частей.

Технические характеристики

Ширина перфоленты, *мм*	17,5 (5 дорожек)
Максимально допустимая разрядность слова, дес. знаков	12
Техническая скорость, *знаков/сек*	До 10
Длина сообщения	Неограниченная
Количество служебных клавиш	6
Напряжение питания, *в*	220±10% (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ва*	250
Габаритные размеры, *мм*:	
печатающего блока с учетом перемещения каретки	610×675×240
перфоратора	366×344×226
Вес, *кг*	40

Устройство регистрации информации УРИ-4 предназначено для полуавтоматической фиксации первичной производственной цифровой информации на бумажной перфоленте с одновременным получением печатной (построчной) копии на бумажном бланке. Может быть использовано как автономный регистратор в АСУ [3, 5].

Информация, регистрируемая в УРИ-4, подразделяется на три вида: переменная, постоянная и полупостоянная. Предусмотрен ручной ввод переменной информации с клавиатуры наборного поля и служебных символов «плюс», «минус», «ошибка»; автоматический ввод постоянной цифровой информации с 80-колонных перфокарт, пробитых в 11 строках, и полупостоянной информации с наборных элементов блоков «Колер маски» (двухразрядные слова) и «Календарь» (четырехразрядное слово); автоматический и ручной ввод служебных символов «начало сообщения», «конец сообщения», «разделение слов».

УРИ-4 может производить операции сложения и вычитания с регистрацией результата только на печатном бланке. Длина сообщения не ограничена и может состоять из слов переменной длины. Устройство может формировать сообщения по различным маскам, что дает возможность, помимо информации на перфоленте, получать копии записи в наряде, накладной, учетной карте на складе и т. д.

УРИ-4 выпускается в четырех модификациях в зависимости от шифрации регистрируемой информации в одном из четырех машинных видов: в двоичном коде с контролем по нечетности; в двоичном коде с контролем по модулю 3; в коде «три из шести» и МТК № 2. Модификации отличаются сменой ячеек перфоратора, которая имеет четыре разновидности.

Конструктивно устройство выполнено в виде четырех отдельных блоков: цифровой регистратор, блок считывания постоянных признаков, перфоратор ПЛ-20, источник питания БП-37. Цифровой регистратор построен на основе машинки «Аскота-117». Коды символов на выходе перфоратора приведены в табл. 58.

Примечание. Н — «Начало сообщения»; К — Конец сообщения».

Таблица 58

Коды символов на выходе перфоратора

Символ	Двоичный с контролем по нечетности	Двоичный с контролем по модулю 3	«3 из 6»	МТК № 2
0	00001	110000	100011	01101
1	00010	010001	110001	11101
2	00100	100010	110010	11001
3	00111	110011	010011	10000
4	01000	010100	110100	01010
5	01011	100101	010101	00001
6	01101	110110	010110	10101
7	01110	010111	000111	11100
8	10000	101000	111000	01100
9	10011	111001	011001	00011
Начало сообщения	10101	011010	001101	11110
Конец сообщения	10110	101011	001110	01001
Разделение слов	11001	111100	011100	11011
«+»	11010	011101	011010	00100
«—»	11100	101101	001001	10011
Ошибка	11111	111111	101100	11111

Устройство рассчитано для работы в закрытом отапливаемом помещении с температурой окружающего воздуха 10—35° С и относительной влажностью 30—50%.

Состав поставляемого комплекта: цифровой регистратор, а также детали и запасные части, поставляемые с «Аскотой-117»; перфоратор ПЛ-29, его детали, принадлежности и запасные части; блок считывания постоянных признаков; источник питания БП-37; инструкции по эксплуатации и устройства УРИ-4.

Технические характеристики

Максимальная разрядность слов, знаков	12
Техническая скорость при вводе информации, *знаков/сек*	10
Техническая скорость при вводе информации автоматически с перфокарты наборных элементов, *знаков/сек*	3
Достоверность информации	0,9999
Коэффициент технического использования устройства	0,83
Напряжение питания, *в*	220±10% (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *вт*	500
Вес, *кг*	59

Устройство регистрации информации «Армази» предназначено для приема и записи информации в виде изображений, графиков, чертежей, рисунков и печатного текста на рулоне обычной бумаги с помощью краски. Может быть использовано для приема [8] фототелеграмм и документальных сообщений в производственных подразделениях, а также для регистрации выходной информации с ЭВМ в алфавитно-цифровом виде.

Одноцветное изображение наносится пишущим элементом специальной чернильной пастой на рулон бумаги. Изображение, воспроизведенное устройством, является точной копией подлинника. При записи информация с канала связи подается с помощью фототелеграфного аппарата.

Конструктивно устройство выполнено в виде шкафа напольного типа с двумя открывающимися боковыми дверцами. Внутри шкафа на рамной конструкции смонтированы электрические и механические узлы устройства и рулон бумаги. На лицевой панели размещены ручки управления с сигнализацией и индицирующим устройством.

Устройство рассчитано для работы при температуре окружающей среды 25 ± 10° С, относительной влажности 75 ± 10% и атмосферном давлении 760 *мм рт. ст.*

Технические характеристики

Скорость работы устройства, *оборотов/мин*	120 (250)
Шаг подачи бумаги, *мм*	0,2 (0,265)
Модуль взаимодействия (отношение диаметра барабана к шагу подачи)	350 (264)
Напряжение питания, *в*	127 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *вт*	200
Ширина бумаги, *мм*	215±1
Габаритные размеры, *мм*	310×310×1200
Вес, *кг*	35
Наработка на отказ, *ч*	1000
Продолжительность работы, *ч*	23
Время восстановления, *мин*	15

Читающее устройство «Рута-701» предназначено для автоматического восприятия письменных знаков непосредственно с первичных документов и ввода кодов распознавания знаков в ЭВМ [3]. На базе устройства предусмотрена организация автономных автоматических систем подготовки машинных носителей информации в виде перфокарт или перфолент.

В состав «Рута-701» входят следующие устройства: устройство ввода, логическое устройство, устройство управления и сопрягающие блоки.

Считывание знаков производится путем преобразования оптических изображений знаков в электрический сигнал. Расположение знаков осуществляется логическими устройствами путем анализа считанной информации.

Если логические устройства не могут распознать считываемый знак, то выдается изображение знаков на электроннолучевую трубку и оператор с пульта управления при помощи клавишей может закодировать данный знак вручную. Имеется два канала для передачи информации.

В устройстве предусмотрены следующие пути вывода информации: непосредственно в обобщающее устройство «Рута-110»; на перфокарты через серийно выпускаемое устройство БЛП и специально сопрягающий блок; на перфоленту через устройство «Р-5036».

Устройство работает при температуре окружающего воздуха 10—35° С и относительной влажности 65 ± 15%.

Состав поставляемого комплекта: читающее устройство «Рута-701»; щит питания; комплект ЗИП; комплект эксплуатационных документов.

Технические характеристики

Ансамбль распознаваемых знаков	10 цифр и пять символов
Конфигурация знаков	Шрифт, нормализованные рукописные знаки, графические отметки
Контрастность читаемых знаков	Не ниже 0,5
Тип документа	Многострочный (до 40 строк)
Размер документа, *мм*	(143—297)×210
Носитель информации	Бумага писчая № 0 или № 1
Скорость чтения, *знаков/сек*	До 200
Скорость обработки документов, *документов/мин*, для длины, *мм*:	
297	До 12
143	До 20
Количество обнаруженных ошибок	Одна на 10^4—10^6 знаков
Кодирование распознаваемых знаков	Десятичное или произвольное, восьмиразрядное
Площадь для размещения устройства, $м^2$	Около 30
Напряжение питания, *в*	380/220±10% (50 *гц*)
Максимальная потребляемая мощность, *ква*	До 5
Габаритные размеры, *мм*	3850×700×2000

Устройство «Силуэт» предназначено для автоматического считывания информации, записанной в виде кривых, вывода на перфоленту одной или одновременно

двух кривых с бумажной ленты регистрирующих приборов, фотобумажной ленты шириной 80—305 *мм* и киноленты шириной 35 *мм* [3]. Может быть использовано для подготовки данных к вводу в ЭВМ, а также для передачи данных по телеграфным линиям связи.

Устройство выполнено в виде шкафа, на котором смонтированы механизмы протягивания ленты, оптико-электронный преобразователь и механизм перемещения. Принцип работы устройства основан на преобразовании светового сигнала в видеоимпульс видеокона. С оптико-электронным преобразованием частота развития составляет 300 *гц*. Устройство выдает до 300 чисел в секунду.

Преобразование видеоимпульса выражается в перфорации на бумажной ленте ленточного перфоратора ПЛ-20.

Устройство предназначено для работы при температуре окружающего воздуха 5—35° С и относительной влажности не более 50—60%.

Технические характеристики

	Бумажные ленты (80—305 *мм*)	Киноленты (35 *мм*)
Ширина зоны считывания, *мм*	60—200	20
Максимальная толщина линий, *мм*	0,5	0,1
Скорость считывания, *мм/сек*	1,0; 4,0; 7,0; 16,0; 28,0; 112,0	0,25; 1,0; 1,75; 4,0; 28,0
Скорость ввода, *ординат/сек*	4	
Погрешность преобразования графической информации в цифровую, %	Не более 1,5	
Максимальный угол касательной к графику в точке считывания по отношению к направлению движения носителя, *град*	Не более 84	
Напряжение питания, *в*	220±10% (50 *гц*)	
Потребляемая мощность, *вт*	900	
Габаритные размеры, *мм*	1420×560×1139	
Вес, *кг*	Не более 300	
Требуемая площадь для размещения, *м*²	8	
Наработка на отказ, *ч*	20	
Время восстановления, *ч*	1,05	
Коэффициент готовности	0,95	

Вычислительный комплекс М-1000 предназначен для первичной обработки информации, расчета технико-экономических показателей, обработки информации в информационно-измерительных системах централизованного контроля и управления технологическими объектами, а также для решения инженерно-технических задач [3]. Связь комплекса с устройствами ввода — вывода осуществляется по второму рангу сопряжения 1Б.

В состав комплекса входят: специальный процессор, главная память (ОЗУ и ПЗУ). В системе управления специализированный процессор совмещает обработку и обмен информацией с устройствами ввода—вывода.

Технические характеристики

Выполняемые операции	Арифметические с фиксированной запятой; логические; с пересылкой операндов; управления (переходы, мультипрограммирование, работа с устройствами ввода —вывода)
Система счисления	Двоичная
Форма представления чисел	С фиксированной запятой
Длина данных, дв разрядов	16; 32
Быстродействие, *тыс. операций/сек*:	
сложение	Не менее 20
умножение	Не менее 5

Обьем главной памяти	Четыре устройства с произвольным соотношением ОЗУ и ПЗУ
Максимальная емкость памяти	32 768 18-разрядных слов
Максимальное число непосредственно подключаемых устройств управления	16
Максимальное число непосредственно адресуемых устройств ввода — вывода	256

Вычислительный комплекс М-2000 используется для обработки и хранения информации в системах; контроля и управления производственными объектами и технологическими процессами в различных отраслях промышленности; создания производственных процессов при их алгоритмизации; планирования производства, сбора и обработки статистических данных в различных отраслях народного хозяйства; обработки данных в различных системах массового обслуживания; выполнения научно-исследовательских и инженерных расчетов [3]. Связь комплекса с устройствами ввода—вывода осуществляется по второму рангу сопряжения 2А, а внутрисистемные связи по первому рангу сопряжения 1А, 1Б.

Конструктивно устройство защиты памяти совмещено с устройством связи УС-1. В комплексе обеспечивается защита массивов информации емкостью 16 384 32-разрядных слов.

В состав комплекса входят: универсальный процессор (инженерный пульт, а также устройства обработки команд, микропрограммирования управления и обработки информации с фиксированной запятой); главная память ОЗУ, ПЗУ и полупостоянные ЗУ; устройство мультиплексарной (селективной) связи УМС.

Технические характеристики

Выполняемые операции	Арифметические с фиксированной запятой
Система счисления	Двоичная
Форма представления чисел	С фиксированной запятой
Длина данных, дв. разрядов	16; 32
Быстродействие, *тыс. операций/сек*:	
сложение, вычитание	30—50
умножение	10—15
Максимальный объем главной памяти	Шесть устройств с произвольным соотношением ОЗУ и ПЗУ
Емкость ОЗУ и ПЗУ с циклом обращения 8 *м/сек*, 36-разрядных слов	8192
Максимальное число непосредственно подключаемых устройств управления	48
Максимальное число непосредственно адресуемых устройств ввода — вывода	768

Вычислительный комплекс М-3000 в основном используется для решения тех же задач, что и комплекс М-2000 [3]. В состав комплекса входят те же устройства, что и в состав комплекса М-2000, однако имеются некоторые существенные отличия: универсальный процессор обрабатывает информацию с фиксированной и плавающей запятыми. С помощью устройства защиты памяти обеспечивается защита массивов информации емкостью 262 144 32-разрядных слов. Использование в комплексе устройства внутренней памяти позволяет увеличить быстродействие универсального процесса примерно вдвое. Полупостоянное запоминающее устройство включается в главную память путем исключения одного из оперативных или постоянных запоминающих устройств.

Технические характеристики

Выполняемые операции	Двоичные арифметические с фиксированной и плавающей запятыми; десятичные арифметические; символьные арифметические, пересылка операндов управления

Система счисления	Двоичная, десятичная
Форма представления чисел	С фиксированной и плавающей запятыми
Длина данных с фиксированной запятой, дв. разрядов	16; 32
Длина данных с плавающей запятой, дв. разрядов	32; 64
Длина десятичных чисел, дес. разрядов:	
фиксированная	32; 64
переменная	До 256 (8-разрядных слов)
Быстродействие, *тыс. операций/сек*:	
сложение с фиксированной запятой	До 100
умножение	До 25
сложение с плавающей запятой	До 40
Объем главной памяти	До 11 запоминающих устройств с произвольным соотношением ОЗУ и ПЗУ
Емкость, 32-разрядных слов:	
ОЗУ	8192
ПЗУ	16 384
Цикл обращения, *мк/сек*:	
ПЗУ	3
ОЗУ	8
Максимальное число непосредственно подключаемых устройств управления	112
Максимальное число непосредственно адресованных устройств ввода — вывода	1792

Аппаратура сопряжения ЭВМ с каналами связи «Минск-1560» предназначена для коммутации и согласования каналов связи с ЭВМ «Минск-32» [3]. К аппаратуре могут быть подключены: коммутируемые аппаратурой АТА или ей аналогичной телеграфные каналы; местные телеграфные линии (физические пары проводов); городские телефонные линии без высокочастотного уплотнения — через аппаратуру передачи данных «Минск-1500».

Абоненты, работающие в системе с ЭВМ, могут дистанционно производить ввод информации в ЭВМ, запрашивать какие-либо справочные данные, получать результаты вычислений. При подключении местных телеграфных линий связи с ЭВМ могут работать до 32 абонентов. Если же к аппаратуре подключены коммутируемые каналы связи, то количество абонентов может быть любым и определяется объемами информации и загрузкой сети связи.

Абонентские пункты при работе по телеграфным коммутируемым каналам содержат оборудование, обусловливаемое коммутационной системой. Оборудование абонентских пунктов, подключаемых местными линиями, аналогично соответствующему оборудованию абонентов АТА. Для обмена информацией с ЭВМ абонент телеграфной сети должен установить соединение и произвести обмен специальными комбинациями опознавания с аппаратурой «Минск-1560». При работе по телефонной сети обмен комбинациями опознавания не производится. Соединение со стороны ЭВМ для вывода информации абонентом по местным телеграфным линиям устанавливается автоматически, по линиям АТА и телефонным линиям — оператором.

Достоверность передачи информации по телеграфным каналам определяется телеграфной аппаратурой по каналам связи, используемым в системе, по телефонным линиям — аппаратурой «Минск-1500». Служебный телеграфный аппарат, входящий в состав аппаратуры, может быть использован для обмена информацией с ЭВМ или абонентами, а также для контроля обмена информацией по любой из телеграфных линий связи.

Аппаратура «Минск-1560» подключается стандартными для машины «Минск-32» разъемами связи с внешними устройствами. К ЭВМ может быть подключено до трех комплектов аппаратуры.

Технические характеристики

Количество подключаемых каналов связи:	
телеграфных	До 32
телефонных	До 4

Скорость передачи по каналам, *бод*:	
телеграфным	50
телефонным	2400
Режим работы по телеграфным каналам	Однополюсный с рабочими токами в линии 20—30 *ма* или 40—60 *ма*
Типы телеграфных аппаратов у абонентов	СТА-М67Б, РТА-60 и другие, имеющие 7,5-контактное деление
Напряжение питания, *в*	220/380 (50 *гц*)
Потребляемая мощность, *ква*	3,5
Климатические условия	Нормальные с температурой окружающего воздуха 10—30°С
Габаритные размеры, *мм*:	
устройство управления	1726×1120×600
блок линейный	1000×1226×460
пульт оператора	640×1100×600
Вес, *кг*	700

ЛИТЕРАТУРА

1. Зажарский А. Н., Сапожников А. И. Особенности применения и выбор технических средств АСУП, М., ЦНИИТЭИ приборостроения, 1970.
2. Каталог НИИЭИР. Изделия радиопромышленности. Том II. Аппаратура проводной связи, сигнализации и передачи данных. Выпуск «Аппаратура передачи данных», М., 1970.
3. Каталоги. Приборы и средства автоматизации и системы управления. Том II. М., ЦНИИТЭИ приборостроения, 1970.
4. Мартынов Ю. М. Обработка информации в системах передачи данных. М., «Связь», 1969.
5. Семенов В. К. и др. Справочник по автоматизации, диспетчеризации и вычислительной технике, Киев, «Будівельник», 1970.
6. Смилянский Г. Л. (под редакцией). РТМ по проектированию АСУП предприятиями. «Методика выбора систем сбора, первичной переработки и ввода информации и классификации средств оргтехники». РТМ 2873.20. Тема 7, К., 1969.
7. Смирнов К. Л. Средства связи в управляющих системах. М., «Знание», 1960.
8. Справочник проектировщика систем автоматизации управления производством. Под ред. Г. А. Смилянского. М., «Машиностроение», 1971.

Глава VII. НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Повышение эффективности автоматизации управленческого труда требует усложнения различных технических средств сбора и передачи информации (ТССПИ). Поэтому к их надежности предъявляются все большие требования.

Проблема обеспечения надежности чрезвычайно многогранна и охватывает все стадии создания аппаратуры, начиная от ее разработки и кончая эксплуатацией.

Основные причины ненадежного функционирования ТССПИ могут быть сведены к следующим:

повышение сложности ТССПИ (рост количества комплектующих элементов не сопровождается столь же быстрым ростом их качества);

недостаточный учет условий, в которых предстоит работать ТССПИ;

недостаточный учет прежнего опыта;

исследование причин отказов радиоэлектронной аппаратуры [13] показывает, что около 40—45% из них происходит от ошибок, допущенных при проектировании, 20% — от ошибок, допущенных при производстве, 30% — от непра-

вильных режимов использования или неправильного обслуживания и около 5—7% — от естественного износа и старения.

Прежде чем приступить к рассмотрению сущности проблемы обеспечения надежности и путей ее решения, уясним основные понятия и определения, используемые в теории надежности [13, 2, 4, 12, 14, 15].

Надежность — свойство изделия (детали, компонента, элемента, прибора, системы) выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах при заданных режимах и условиях эксплуатации в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

Элемент расчета надежности — устройство (деталь, элемент, прибор, линия или канал связи, система или комплекс систем), учитываемое при расчете надежности как отдельная самостоятельная часть, имеющая свой общий количественный показатель надежности.

Характерными признаками надежности являются безотказность, долговечность и ремонтопригодность. Для определения этих терминов необходимо уяснить два основных понятия теории надежности — работоспособности и отказа.

Работоспособность — это состояние системы или элемента, при котором в данный момент времени основные параметры, обусловливающие выполнение заданных функций, отвечают установленным требованиям. Проиллюстрируем это на примере. Допустим, что в качестве основного параметра питающего устройства принято выходное напряжение 9 *в*, для которого установлен предел колебаний $\pm 10\%$. Питающее устройство будет считаться работоспособным, если в данный момент времени его выходное напряжение будет находиться в пределах 8,1—9,9 *в*. *Отказ* — это событие, заключающееся в полной или частичной утрате системой или элементом работоспособности. В приведенном примере отклонение выходного напряжения за пределы 8,1—9,9 *в* будет характеризовать отказ устройства.

Отказы могут быть двух видов: *внезапные*, возникающие в результате скачкообразного изменения значений одного или нескольких основных параметров (например, изменение величины омического сопротивления электромагнитного реле в результате обрыва или короткого замыкания его обмотки); *постепенные*, возникающие в результате постепенного изменения значений одного либо нескольких основных параметров системы или элемента (например, уход нулевого тока коллектора транзистора за допустимые пределы). Принципиальной разницы между внезапными и постепенными отказами нет. Внезапные отказы в большинстве случаев также являются следствием постепенного, но скрытого от наблюдения изменения параметров элементов, например изнашивания механических узлов, когда факт их непосредственной поломки воспринимается как внезапное событие.

Различают независимые и зависимые отказы. *Независимым* называется отказ, возникающий независимо от того, произошли или нет отказы других элементов аппаратуры. Независимые отказы в большинстве случаев возникают только в одном из элементов аппаратуры (потеря эмиссии электронной лампы, перегорание нити накала, обрыв электрического соединения и т. д.). *Зависимый* отказ возникает в одном или нескольких элементах аппаратуры в результате имевшего место отказа другого элемента (короткое замыкание между электродами электронной лампы обычно приводит к перегоранию резистора в ее анодной цепи — из-за прохождения большого тока).

Отказы бывают полные и частичные. *Полным* называется такой отказ, после которого невозможно использовать устройство по назначению до тех пор, пока не будет устранена причина отказа. *Частичный* отказ состоит в том, что ухудшается какая-либо из характеристик (параметров) устройства.

Отказы, кроме того, разделяются на окончательные и самоустраняемые. *Окончательные* отказы связаны с протеканием в элементах устройств необратимых физических процессов и требуют замены вышедших из строя элементов исправными. *Самоустраняемые* отказы, называемые *сбоями*, возникают вследствие внешних и внутренних помех и исчезают после прекращения их действия.

Теперь определим безотказность, долговечность и ремонтопригодность *Безотказность* — это свойство системы (элемента) непрерывно сохранять работоспособность в определенных режимах и условиях эксплуатации. *Долговечность* — свойство системы (элемента) длительно с возможными перерывами на ремонт сохранять работоспособность в определенных режимах и условиях эксплуатации до разрушения или другого предельного состояния. *Ремонтопригодность* — свойство системы (элемента), выражающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов.

Для лучшего понимания дальнейшего дадим еще ряд определений.

Аппаратурой называется совокупность определенного числа элементов, необходимых для выполнения заданных функций и соединенных между собой по определенной схеме. По сложности аппаратуру можно разделить на следующие группы: элементы, блоки (устройства), системы.

Элементом называется часть аппаратуры, состоящая из какой-либо одной или нескольких деталей и выполняющая определенные функции в схеме (электронная лампа, транзистор, конденсатор, переключатель, реле и т. п.). *Блоком* (*устройством*) называется функционально законченное устройство, позволяющее получить на выходе заданные физические величины (выпрямитель, электронный стабилизатор, блок контроля, блок индикации и т. д.). *Системой* называется технически обоснованная совокупность совместно действующих блоков (устройств), предназначенная для самостоятельного выполнения определенной практической задачи (системы телефонной, телеграфной и телевизионной радиосвязи, цифровые вычислительные машины и т. д.).

Восстанавливаемой называется такая система, которая в случае возникновения отказа может быть восстановлена. *Невосстанавливаемой* называется такая система, которая в случае возникновения отказа вообще не поддается восстановлению или в процессе эксплуатации не подлежит либо не поддается восстановлению. Аналогично определяются восстанавливаемые и невосстанавливаемые элементы и блоки (устройства).

2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ

ТССПИ являются восстанавливаемыми системами, в состав которых входят устройства, состоящие из невосстанавливаемых элементов (деталей). Следовательно, надежность ТССПИ определяется в первую очередь надежностью комплектующих элементов.

К наиболее важным показателям (критериям) надежности радиоэлектронной аппаратуры следует отнести: интенсивность отказов, наработку на отказ, среднее время ремонта (восстановления), коэффициент готовности и вероятность безотказной работы.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ есть отношение числа $n(t)$ отказавших элементов (устройств) за некоторый промежуток времени Δt к числу $N(t)$ работоспособных в начале этого промежутка:

$$\lambda(t) \approx \frac{n(t)}{N(t)\,\Delta t}. \tag{89}$$

Пусть в начале интервала времени $\Delta t = 4$ *ч* имелось 5000 исправных изделий, а к концу осталось 4980, т. е. $n(t) = 20$. Тогда на основании формулы (89) получим

$$\lambda(t) = \frac{20}{5000 \cdot 4} = 10^{-3}\ 1/ч.$$

В большинстве случаев график $\lambda(t)$ имеет характерный вид (рис. 78). На нем можно выделить три участка. На первом участке $0—t_1$, участке *приработки*, интенсивность отказов резко уменьшается, что объясняется большим числом

отказов аппаратуры в начале эксплуатации (наличие элементов, имеющих внутренние дефекты, ошибки при конструировании, неудачный монтаж и т. п.).

На втором участке $t_1 - t_2$ интенсивность отказов постоянна. Этот участок характеризует нормальную работу аппаратуры и всегда является более длинным, чем участок приработки. Третий участок, начинающийся за t_2, характеризуется резким ростом интенсивности отказов из-за старения и износа элементов. Обычно аппаратуру не эксплуатируют до состояния износа.

Интенсивность отказов, называемую также λ-характеристикой, широко используют для оценки надежности элементов. Ниже будет показано, что надежность различных устройств и систем можно достаточно легко найти по интенсивностям отказов составляющих элементов.

Наработка на отказ, или среднее время безотказной работы, T_0 является наиболее простым и наглядным критерием надежности. Наработка на отказ T_0 представляет собой математическое ожидание времени безотказной работы устройства между отказами. Величину T_0 определяют по экспериментальным данным как среднее значение времени работы устройства между отказами т. е.

$$T_0 \approx \frac{t_1 + t_2 + \cdots + t_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}, \quad (90)$$

где t_i — время работы устройства между $(i-1)$-м и i-м отказами, *ч*; n — количество происшедших отказов.

Рис. 78. График зависимости интенсивности отказов от времени эксплуатации.

Величину T_0 можно определять по данным испытаний одного или нескольких однотипных образцов. В первом случае пользуются формулой (90), а во втором — формулой

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_{0i}}{N}, \quad (91)$$

где N — число испытываемых образцов; T_{0i} — среднее время между соседними отказами i-го образца.

Среднее время ремонта (восстановления) представляет собой математическое ожидание времени вынужденного нерегламентированного простоя, вызванного отысканием и устранением отказа устройства. Его определяют по экспериментальным данным как среднее значение времени выполнения одного текущего ремонта устройства и рассчитывают по формуле

$$T_{\text{рем}} = \frac{t_{\text{рем }1} + t_{\text{рем }2} + \cdots + t_{\text{рем }n}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_{\text{рем }i}}{n}, \quad (92)$$

где $t_{\text{рем }i}$ — время ремонта (отыскания и устранения i-го отказа), *ч*; n — количество ремонтов (отказов).

При испытаниях или эксплуатации N устройств

$$T_{\text{рем}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_{\text{рем }i}}{N}, \quad (93)$$

где $T_{\text{рем }i}$ — среднее время ремонта i-го образца.

Коэффициент готовности

$$K_г = \frac{T_0}{T_0 + T_{рем}}, \tag{94}$$

где T_0 — наработка на отказ; $T_{рем}$ — среднее время ремонта.

Сущность коэффициента готовности как характеристики надежности можно проиллюстрировать следующим примером. Пусть в результате испытаний двух образцов аппаратуры одного и того же назначения установлено, что у первого образца наработка на отказ в два раза больше, чем у второго, а среднее время ремонта первого образца больше, чем второго, в 5 раз и равно одной десятой наработки на отказ:

$$T_{01} = 2T_{02}; \tag{95}$$

$$T_{рем\ 1} = 5T_{рем\ 2}; \tag{96}$$

$$T_{рем\ 1} = 0{,}1T_{01}. \tag{97}$$

Определим коэффициенты готовности аппаратуры первого и второго образов и оценим эксплуатационную надежность этих изделий за время t.

На основании формулы (94) и с учетом соотношения (97)

$$K_{г1} = \frac{T_{01}}{T_{01} + T_{рем\ 1}} = \frac{T_{01}}{T_{01} + 0{,}1T_{01}} = 0{,}91.$$

Аналогично, учтя соотношения (95) и (96), а также формулу (94), определим

$$K_{г2} = \frac{T_{02}}{T_{02} + T_{рем\ 2}} = \frac{0{,}5T_{01}}{0{,}5T_{01} + 0{,}02T_{01}} = 0{,}975.$$

Этот пример показывает, что хотя наработка на отказ аппаратуры первого образца больше, чем второго, эффективность ее использования ниже из-за длительных простоев, вызванных ремонтами.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ определяется как вероятность того что отказ устройства в течение времени t не наступит:

$$P(t) = P(T_0 > t),$$

где T_0 — время работы устройства до отказа.

Функция $P(t)$ обладает следующими свойствами [1]: $P(t)$ — невозрастающая функция; $P(0) = 1$; $P(\infty) = 0$.

Приближенно определить вероятность безотказной работы устройства за заданный промежуток времени можно путем испытаний некоторого количества изделий данного типа с учетом числа изделий, исправно работающих или отказавших за этот промежуток времени:

$$P(t) \approx \frac{N(t)}{N_0} = \frac{N_0 - n(t)}{N(t)}, \tag{98}$$

где N_0 — число устройств, подвергающихся испытанию; $N(t)$ — число устройств, исправно работавших за время испытаний t; число изделий, отказавших во время испытаний,

$$n(t) = \sum_{i=1}^{\frac{t}{\Delta t}} n_i,$$

где n_i — число изделий, отказавших в интервале Δt; t — время, для которого определяется вероятность безотказной работы.

Типичный график зависимости вероятности безотказной работы от времени показан на рис. 79.

Наряду с вероятностью безотказной работы для характеристики надежности пользуются **вероятностью отказа** $Q(t)$, которая определяется вероятностью того, что за время t устройство откажет:

$$Q(t) = P(T \leqslant t).$$

Приближенно вероятность отказа может быть определена из уравнения

$$Q(t) \approx \frac{\sum\limits_{i=1}^{\frac{t}{\Delta t}} n_i}{N} = \sum_{i=1}^{\frac{t}{\Delta t}} \frac{n_i}{N}. \tag{99}$$

Так как исправное и неисправное состояния являются несовместными и противоположными событиями, то

$$Q(t) = 1 - P(t), \tag{100}$$

откуда очевидны свойства вероятности отказа: $Q(t)$ — неубывающая функция; $Q(0) = 0$; $Q(\infty) = 1$.

Типичный график зависимости $Q(t)$ показан на рис. 79.

В заключение отметим, что введенные характеристики надежности $\lambda(t)$, $P(t)$, $Q(t)$ и T_0 связаны между собой строгими аналитическими зависимостями. С известной степенью допущения можно считать, что для радиоэлектронной аппаратуры на этапе нормальной работы показатель наработки на отказ T_0 связан с вероятностью безотказной работы $P(t)$ и вероятностью отказа $Q(t)$ зависимостями, подчиняющимися экспоненциальному закону [2, 4]:

$$P(t) = e^{-\lambda t}; \tag{101}$$

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \tag{102}$$

где t — время, прошедшее с момента начала испытаний; λ — интенсивность отказов, причем

$$T_0 = \frac{1}{\lambda}. \tag{103}$$

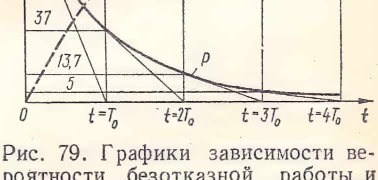


Рис. 79. Графики зависимости вероятности безотказной работы и вероятности отказа от времени.

Из выражений (101)—(103) видно, что при экспоненциальном законе вероятность безотказной работы устройства за время, равное его среднему времени безотказной работы,

$$P(t = T_0) = e^{-1} = 0{,}37.$$

Следовательно, T_0 представляет такое время, в течение которого вероятность безотказной работы составляет 0,37.

Наработка на отказ, являясь постоянной времени экспоненциальной кривой $P(t)$ (рис. 79), показывает, что если не производить ремонта испытываемых устройств, то по истечении времени эксплуатации, равного среднему времени между отказами T_0, выйдут из строя 63% всех устройств.

Укажем на важную особенность устройств, надежность которых подчиняется экспоненциальному закону: вероятность безотказной работы за время t, определяемая в любой момент, зависит только от λ, но не зависит от того, сколько времени изделие проработало до этого момента. Это нетрудно показать математически [4], однако гораздо важнее понять причину такого положения. Она заклю-

чается в том, что на этапе нормальной работы, для которого справедлив экспоненциальный закон, мы не учитываем износа и старения. Отсюда следует, что нет причин для изменения вероятности работы от того, что изделие уже проработало некоторое время,— оно как бы не претерпело никаких физических изменений.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

В зависимости от характера выполняемых функций и условий эксплуатации ТССПИ могут быть разделены на две группы:

системы, которые должны обеспечить безотказную работу в течение заданного времени. В этом случае надежность системы целесообразно оценивать вероятностью безотказной работы $P(t)$ либо наработкой на отказ T_0;

системы, от которых требуется в произвольный момент времени быть работоспособными и не иметь отказов в течение определенного времени. Основными показателями для таких систем, следовательно, являются коэффициент готовности $K_г$ и вероятность безотказной работы $P(t)$. В теории надежности в подобных случаях пользуются обобщенным параметром— коэффициентом общей надежности

$$H(t) = K_г P(t). \tag{104}$$

Таблица 59

Укрупненная функциональная классификация ТССПИ

ТССПИ	Показатель надежности			Примечание
	$P(t)$	T_0	$K_г$	
Телефонная связь	×	—	×	Можно оценивать коэффициентом общей надежности
Громкоговорящая связь и радиофикация	×	—	×	То же
Телеграфная и фототелеграфная связь	×	×	—	Предпочтительней оценивать с помощью T_0
Радиосвязь	×	—	×	Можно оценивать коэффициентом общей надежности
Промышленная телевизионная связь	×	—	×	То же
Сигнализация и часофикация	×	—	×	» »
Передача данных в системах управления	×	×	—	Предпочтительней оценивать с помощью T_0
Сбор производственной информации	×	×	—	То же
Линии связи	×	—	×	Можно оценивать коэффициентом общей надежности
Электропитание	×	—	×	То же

Сравним показатели $P(t)$ и T_0 с точки зрения оценки работоспособности устройства [10]. Например, если принять $T_0 = 200$ *ч* и $t = 2$ *ч*, то $P(t) = 0{,}99$ (99%). При $T_0 = 20$ *ч* и том же времени эксплуатации $P(t) = 0{,}90$ (или 90%). Таким образом, несмотря на то что наработка на отказ уменьшилась в 10 раз, вероятность безотказной работы за 2 *ч* работы сократилась только на 9%. Устройство, у которого наработка на отказ составляет 20 *ч* вместо 200 *ч*, потребует (если оно будет работать длительное время) в 10 раз больше ремонтных работ. Однако такой вывод нельзя сделать из численного соотношения показателей $P(t)$. Это говорит о том, что сам показатель $P(t)$, хотя и зависит от T_0, является менее наглядным для оценки работоспособности устройства. Кроме того, при данном расчете надежность не зависит от суммарного времени эксплуатации устройства, предшествовавшего промежутку времени t.

С учетом изложенных соображений в табл. 59 приведена укрупненная функциональная классификация ТССПИ*.

Эксплуатационные интенсивности отказов в зависимости от электрических режимов рассчитывают для отношений рабочих напряжений, токов и мощностей к соответствующим допустимым (номинальным) значениям. Расчетные формулы коэффициентов нагрузки для различных элементов приведены в табл. 60. Эксплуатационные интенсивности отказов представляют графически в зависимости от значений окружающей температуры или электрического режима (рис. 80).

Таблица 60

Расчетные формулы коэффициентов нагрузки для различных элементов

Элемент	Формула	Обозначения
Резистор	$K_н = \dfrac{P_{раб}}{P_{ном}}$	$P_{раб}$ — рабочая мощность рассеяния, *вт*; $P_{ном}$ — номинальная мощность рассеяния, *вт*
Конденсатор	$K_н = \dfrac{U_{раб}}{U_{ном}}$	$U_{раб}$ — рабочее напряжение на конденсаторе, *в*; $U_{ном}$ — номинальное напряжение, *в*
Электровакуумный прибор	$K_н = \dfrac{P_{нак} + P_а}{P_{нак.\ ном}} + \dfrac{\sum P_с}{P_{а.\ ном}}$	$P_{нак}$ — мощность, затрачиваемая в цепи накала, *вт*; $P_{нак.\ ном}$ — номинальная мощность цепи накала, *вт*; $P_а$ — мощность рассеяния в анодной цепи, *вт*; $P_{а.\ ном}$ — номинальная мощность анодной цепи, *вт*; $P_с$ — суммарная мощность, рассеиваемая в сеточных цепях, *вт*
Полупроводниковый диод	$K_н = \dfrac{I_в}{I_{в.\ доп}}$	$I_в$ — рабочее значение выпрямленного тока диода, *а*; $I_{в.\ доп}$ — допустимое значение выпрямленного тока диода, *а*
Транзистор	$K_н = \dfrac{P_к}{P_{к.\ доп}}$	$P_к$ — рабочая мощность, рассеиваемая на коллекторе, *вт*; $P_{к.\ доп}$ — допустимая мощность, рассеиваемая на коллекторе, *вт*

* Следует подчеркнуть, что вид показателей надежности ТССПИ определяется видом процесса функционирования, а степень ответственности должна влиять на величину показателя.

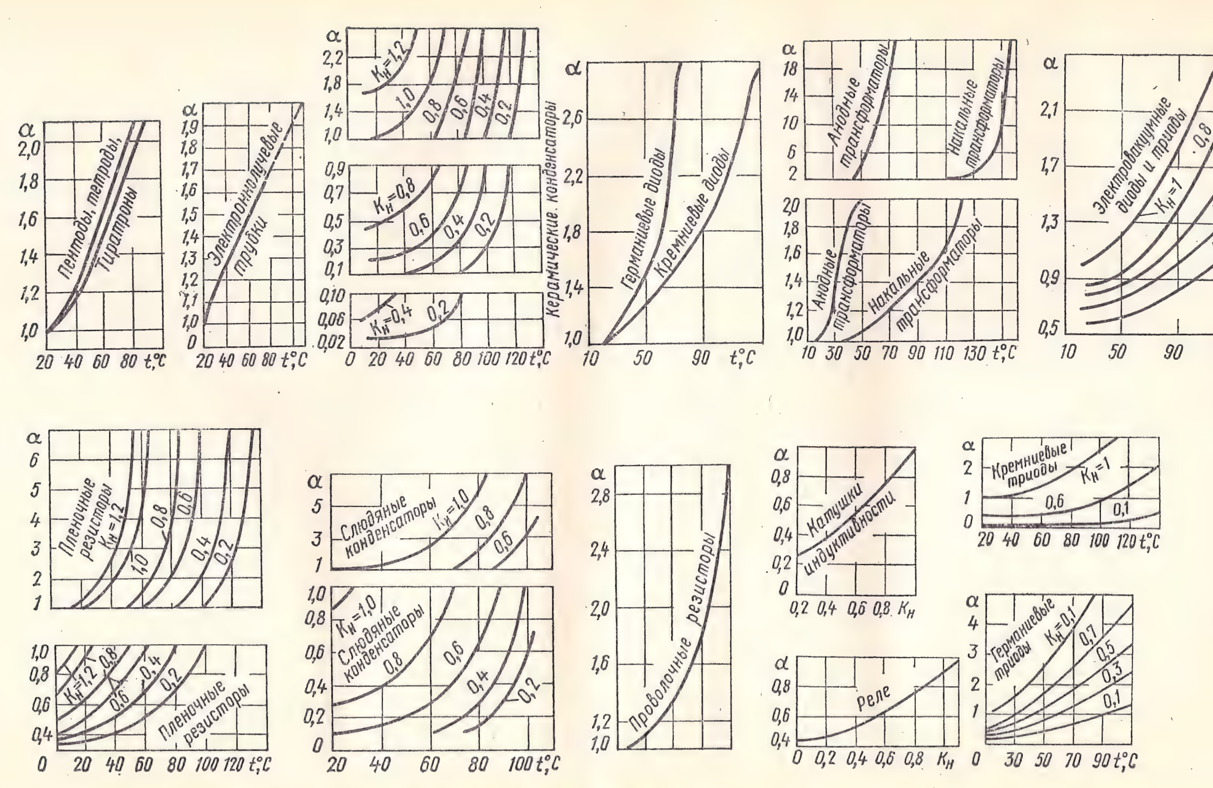


Рис. 80. Графики зависимости эксплуатационного коэффициента α интенсивности отказов от температуры t окружающей среды и величины коэффициента нагрузки $K_н$.

4. РАСЧЕТ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

При проектировании (выборе) ТССПИ рассчитывают надежность, с тем, чтобы в случае необходимости принять меры к ее повышению. Сущность расчета сводится к определению основных показателей надежности устройств (систем) по известным показателям надежности составляющих элементов (устройств).

Наиболее удобной для расчета является интенсивность отказов $\lambda(t)$. Исходя из того, что большую часть срока службы аппаратура работает с элементами, находящимися на этапе нормальной работы (участок t_1—t_2 на рис. 78), будем считать интенсивность отказов элементов постоянной.

Таблица 61

Значения коэффициента эксплуатации

Аппаратура	a
Лабораторная	1
Наземная	10
Корабельная	20
Автомобильная	40
Поездная	60
Высокогорная	80
Самолетная	100

На этапе предварительного расчета интенсивность отказов элементов можно определить по формуле $\lambda = a\lambda_0$, где a — коэффициент эксплуатации, учитывающий различные факторы, влияющие на надежность (электрический режим, температура, влажность, механические нагрузки и т. д.); определяется по табл. 61; λ_0 — интенсивность отказов, определяемая по специальным таблицам [4, 7, 12].

Безотказную работу устройства можно рассматривать как результат совпадения множества простых независимых событий, т. е. результат безотказной работы всех элементов, входящих в состав блока. Поэтому можно применить теорему умножения вероятностей [1], на основании которой с учетом того, что все элементы данной группы равнонадежны, вероятность безотказной работы устройства

$$P(t) = P_1^{n_1}(t)\, P_2^{n_2}(t)\, P_3^{n_3}(t),$$

где $P_1^{n_1}(t)$, $P_2^{n_2}(t)$, $P_3^{n_3}(t)$ — вероятности безотказной работы всех соответственно n_1 транзисторов, n_2 резисторов и n_3 конденсаторов.

Таким образом, для системы, состоящей из m типов по $n_1, n_2, \ldots, n_m$ элементов с вероятностями безотказной работы $P_1(t), P_2(t), \ldots, P_m(t)$, можно написать

$$P(t) = P_1^{n_1}(t)\, P_2^{n_2}(t) \ldots P_m^{n_m}(t). \quad (105)$$

Считаем, что распределение отказов всех элементов подчиняется экспоненциальному закону. Тогда вероятность безотказной работы:
для элементов первого типа

$$P_1(t) = e^{-\lambda_1 t};$$

для элементов второго типа

$$P_2(t) = e^{-\lambda_2 t};$$

для элементов m-го типа

$$P_m(t) = e^{-\lambda_m t}.$$

Подставив значения $P_1(t), P_2(t), \ldots, P_m(t)$ в формулу (105), получим

$$P(t) = e^{-n_1\lambda_1 t}\, e^{-n_2\lambda_2 t} \ldots e^{-n_m\lambda_m t} = e^{-\sum_{i=1}^{m} n_i\lambda_i t}. \quad (106)$$

Для системы, находящейся на этапе нормальной работы,

$$P(t) = e^{-\lambda_c t}. \quad (107)$$

Из сравнения формул (106) и (107) следует, что

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^{m} n_i \lambda_i, \tag{108}$$

т. е. интенсивность отказов системы равна сумме произведений числа элементов данной группы на их интенсивность отказов. Определив интенсивность отказов системы, можно найти среднее время работы между соседними отказами и равное ему среднее время безотказной работы:

$$t_{ср} = T_0 = \frac{1}{\lambda_c}. \tag{109}$$

Таким образом, с помощью формул (106)—(109) можно определить основные показатели надежности устройства.

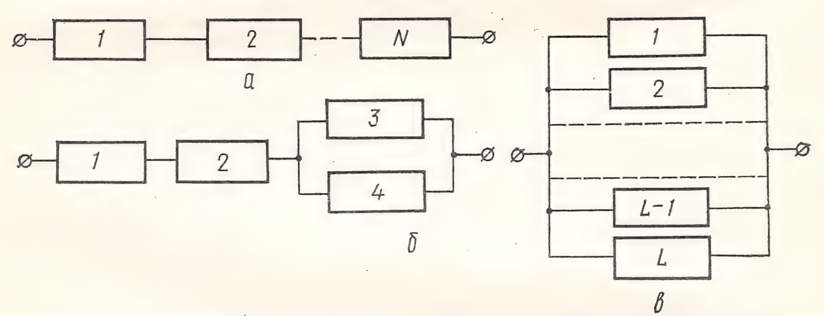


Рис. 81. Последовательное (*а*), параллельное (*б*) и смешанное (*в*) соединения элементов (систем).

Расчету показателей надежности системы или элемента системы (устройства, блока) должно предшествовать составление логической схемы расчета [5]. Для этого необходимо определить, что следует понимать под нормальным выполнением системой (устройством) заданных функций.

При составлении логической схемы расчета надежности должны быть учтены лишь те элементы, которые участвуют в выполнении системой заданных функций и отказ которых приводит к отказу системы (устройства). Например, необходимо рассчитать надежность АТС. Функцией АТС является установление соединений между абонентами. Следовательно, при составлении логической схемы расчета надежности АТС должны быть учтены лишь те элементы, которые участвуют в установлении соединения. Все вспомогательные элементы (например, сигнализация) при расчете надежности системы не учитываются.

В логической схеме расчета надежности системы отдельные элементы могут быть соединены либо последовательно, либо параллельно*. Элементы, отказ каждого из которых в отдельности приводит к отказу всей системы, соединяются последовательно. Если отказ системы наступает лишь тогда, когда отказывают одновременно все эти элементы, то подобные элементы в логической схеме расчета надежности соединяются параллельно.

Предположим, имеется N элементов, соединенных **последовательно** (рис. 81, *а*). Вероятность безотказной работы каждого элемента выражается соот-

* Не следует смешивать с параллельным и последовательным соединениями элементов в принципиальных электрических схемах.

ветственно через $P_1(t)$, $P_2(t)$, ..., $P_N(t)$, а интенсивность отказов — через λ_1, λ_2, ..., λ_N. В соответствии с определением, данным выше, условием безотказной работы такой совокупности элементов является одновременная безотказная работа всех элементов, входящих в эту совокупность. Поэтому вероятность безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов, может быть определена как произведение вероятностей безотказной работы всех входящих в нее элементов:

$$P(t) = P_1(t)\,P_2(t)\ldots P_N = \prod_{i=1}^{N} P_i(t). \quad (110)$$

Выразив вероятность безотказной работы каждого элемента через интенсивность отказов и время, с учетом формул (106), (107) и (109) получим

$$P(t) = e^{-\lambda_1 t} e^{-\lambda_2 t} \ldots e^{-\lambda_N t} = e^{-\sum_{i=1}^{N} \lambda_i t}. \quad (111)$$

Из данного выражения следует, что при последовательном соединении элементов интенсивность отказов совокупности элементов

$$\Lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_N = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i. \quad (112)$$

Допустим, что L элементов соединены **параллельно** (рис. 81, *б*) и вероятности безотказной работы каждого элемента равны соответственно $P_1(t)$, $P_2(t)$, ..., $P_L(t)$. Так как исправное и неисправное состояния элемента являются несовместными и противоположными событиями и составляют полную группу событий, то, как выше было показано, вероятность отказа i-го элемента

$$Q_i(t) = 1 - P_i(t).$$

Из определения параллельного соединения следует, что условием отказа является одновременный отказ всех элементов. Следовательно, вероятность отказа при таком соединении

$$Q(t) = Q_1(t)\,Q_2(t)\ldots Q_L(t) =$$

$$= [1 - P_1(t)]\,[1 - P_2(t)]\ldots[1 - P_L(t)] = \prod_{i=1}^{L} [1 - P_i(t)].$$

Поэтому вероятность безотказной работы

$$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - \prod_{i=1}^{L} [1 - P_i(t)]. \quad (113)$$

Если вероятности отказов **параллельно** соединенных элементов равны, то

$$P(t) = 1 - [1 - P_i(t)]^L. \quad (114)$$

Для расчета вероятности безотказной работы системы при смешанном соединении элементов (рис. 81, *в*) нужно использовать формулу (110), (112) или (114), откуда получаем

$$P(t) = P_1(t)\,P_2(t)\,[1 - (1 - P_3(t))\,(1 - P_4(t))].$$

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА НАДЕЖНОСТИ

Надежность аппаратуры, в отличие от других характеристик, определяется действием временного фактора. Поэтому проверить ее можно в результате длительных испытаний или эксплуатации.

В процессе экспериментальной проверки (эксплуатации) показатели надежности определяют после накопления статистических данных об отказах. Такие данные можно получать, испытывая множество образцов какого-либо типа аппаратуры до первого отказа каждого из них или один образец, наблюдая за ним до появления множества отказов.

Имеющийся опыт показывает, что получаемые при этом результаты окажутся приблизительно одинаковыми при условии, что интенсивность отказов постоянна, т. е. на нормальном этапе работы аппаратуры, а испытываемые образцы существенно не различаются по надежности. Однако предпочтение следует отдать первому способу по следующим причинам [6]:

для накапливания отказов одного образца требуется много времени, поэтому результаты испытаний теряют свое значение;

длительная работа одного образца приводит к его износу, что может оказаться мало приемлемым при выпуске дорогостоящей аппаратуры;

всегда имеется некоторая вероятность того, что испытываемый образец значительно отличается по надежности от остальных.

Определение показателей надежности всегда основывается на наблюдениях за ограниченным числом образцов, поэтому результаты всегда носят статистический характер и отличаются от истинных математических значений.

При определении статистических характеристик необходимо определить, какой может быть ошибка, допускаемая при замене истинных показателей статистическими.

Пределы, в которых может находиться истинное значение того или иного показателя, носят название *доверительных границ*, или *доверительного интервала*, а вероятность нахождения данного показателя в доверительных границах — *доверительной вероятности* [2].

Если K — некоторый вероятностный показатель, а K^* — его статистическая оценка, то

$$P\left[(K^* - \varepsilon) \leqslant K \leqslant (K^* + \varepsilon)\right] = \gamma,$$

где $K^* - \varepsilon$ и $K^* + \varepsilon$ — соответственно верхний и нижний пределы доверительного интервала; γ — доверительная вероятность (в дальнейшем наряду с γ будем пользоваться величиной α, дополняющей γ до единицы, т. е. $\gamma = 1 - \alpha$).

Приведенная формула означает, что неизвестное значение показателя K с вероятностью γ находится в интервале $K^* - \varepsilon$; $K^* + \varepsilon$.

Рассмотрим два способа определения доверительных интервалов [6].

Нормальное распределение используют при нахождении времени безотказной работы по отказам, закон распределения которых является нормальным.

Допустим, что нужно найти доверительный интервал, в котором находится истинное значение среднего времени безотказной работы T_{0n} по результатам наблюдений за n изделиями, каждое из которых испытывается до наступления износового (постепенного) отказа. Если возникает внезапный отказ, то изделие восстанавливается или исключается из числа испытуемых (следовательно, число n становится меньше).

В рассматриваемом случае величину ε можно найти [8] из выражения

$$\gamma = \Phi(x),$$

где аргумент функции Лапласа

$$x = \frac{\varepsilon \sqrt{n}}{\sigma \sqrt{2}}.$$

Отсюда

$$\varepsilon = \frac{x\sigma\sqrt{2}}{\sqrt{n}},$$

где σ — среднее квадратическое отклонение случайного времени работы.

Пример 4 [8]. При испытаниях 16 однотипных усилителей на постепенные отказы, регистрируемые при выходе коэффициента усиления за пределы допусков, получены значения времени безотказной работы, приведенные в табл. 62.

Таблица 62

Времена безотказной работы испытанных усилителей

Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч	Номер усилителя	T_i^*, ч
1	1800	3	1550	5	2400	7	2340	9	2060	11	1750	13	1460	15	2600
2	2600	4	1980	6	1020	8	1800	10	2830	12	1670	14	2200	16	1940

Найдем статистическое значение среднего времени безотказной работы:

$$T_{0n}^* = \frac{1}{16}\sum_{i=1}^{16} T_i^* = 2000 \text{ ч}.$$

Статистическое значение среднего квадратического отклонения

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(T_i^* - T_0^*\right)^2}{n-1}} = 480 \text{ ч}.$$

Задаемся доверительной вероятностью $\gamma = 0{,}9$ и по табл. 63 находим аргумент функции Лапласа $x = 1{,}15$.

Таблица 63

Значения функции Лапласа $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^x e^{-u^2}\,du$

x	Φ (x)	x	Φ (x)	x	Φ (x)	x	Φ (x)
0,00	0,0000	0,75	0,7112	1,45	0,9597	2,15	0,9976
0,05	0,0564	0,80	0,7421	1,50	0,9661	2,20	0,9981
0,10	0,1125	0,85	0,7707	1,55	0,9716	2,25	0,9985
0,15	0,1680	0,90	0,7969	1,60	0,9736	2,30	0,9988
0,20	0,2227	0,95	0,8209	1,65	0,9804	2,35	0,9991
0,25	0,2763			1,70	0,9838	2,40	0,9993
0,30	0,3286	1,00	0,8427	1,75	0,9867	2,45	0,9995
0,35	0,3794	1,05	0,8624	1,80	0,9891	2,50	0,9996
0,40	0,4284	1,10	0,8802	1,85	0,9911	2,55	0,9997
0,45	0,4755	1,15	0,8961	1,90	0,9928	2,60	0,9998
0,50	0,5205	1,20	0,9103			2,65	0,9998
0,55	0,5633	1,25	0,9229	1,95	0,9942	2,70	0,9999
0,60	0,6039	1,30	0,9340	2,00	0,9953	2,75	0,9999
0,65	0,6420	1,35	0,9438	2,05	0,9963	2,80	0,9999
0,70	0,6778	1,40	0,9523	2,10	0,9970	3,00	1,0000

Следовательно,

$$\varepsilon = \frac{x\sigma\sqrt{2}}{\sqrt{n}} = \frac{1,15 \cdot 480 \cdot 1,41}{\sqrt{16}} = 194 \text{ ч}.$$

Таким образом, истинное значение среднего времени безотказной работы по износовым отказам находится в пределах

$$1806 \text{ ч} \leqslant T_{0n} \leqslant 2194 \text{ ч},$$

т. е. в 90 случаях из 100 среднее время безотказной работы будет лежать между 1806 и 2194 ч.

Экспоненциальное распределение. При определении показателей надежности чаще приходится находить доверительные интервалы, в которых находится среднее время безотказной работы, на этапе внезапных отказов, т. е. когда действует экспоненциальный закон распределения случайного времени до наступления отказа.

При этом условии среднее время безотказной работы находится в пределах

$$\frac{2t_n}{\chi^2_{\beta_1}(2n)} \leqslant T_0 = t_{ср} \leqslant \frac{2t_n}{\chi^2_{\beta_2}(2n)},$$

где t_n — суммарное время, накопленное до отказов и между отказами при наблюдении за всеми испытуемыми экземплярами изделия; n — число отказов; $\chi^2_\beta(2n)$ — функция, определяемая по таблице для различных значений $2n$ и β, причем для нижнего предела $\beta_1 = \frac{\alpha}{2}$, а для верхнего $\beta_2 = 1 - \frac{\alpha}{2}$.

Пример 5. Необходимо определить среднее время безотказной работы 15 образцов аппаратуры, за каждым из которых наблюдали до первого отказа. Времена до первого отказа (времена безотказной работы) приведены в табл. 64.

Таблица 64

Времена безотказной работы испытанной аппаратуры

Номер образца аппаратуры	T_i^*, ч	Номер образца аппаратуры	T_i^*, ч	Номер образца аппаратуры	T_i^*, ч	Номер образца аппаратуры	T_i^*, ч	Номер образца аппаратуры	T_i^*, ч
1	51	4	35	7	10	10	25	13	63
2	37	5	68	8	76	11	45	14	38
3	54	6	35	9	60	12	36	15	55

Следовательно, суммарное время безотказной работы

$$t_n = \sum_{i=1}^{15} T_i^* = 668 \text{ ч}.$$

Поэтому среднестатистическое значение среднего времени безотказной работы

$$T_0^* = \frac{t_n}{n} = \frac{668}{15} = 44,5 \text{ ч}.$$

Для определения доверительного интервала, в котором находится T_0, задаемся $\gamma = 0,9$. При этом $\alpha = 0,1$. Следовательно,

$$\beta_1 = \frac{\alpha}{2} = 0,05 \text{ и } \beta_2 = 1 - \frac{\alpha}{2} = 0,95.$$

По табл. 65 находим:

$$\chi^2_{\beta_1}(2n) = \chi^2_{0,05}(30) = 43{,}8;$$
$$\chi^2_{\beta_2}(2n) = \chi^2_{0,95}(30) = 18{,}5.$$

Таблица 65

Значения функции $\chi^2_\beta(2n)$ для определения доверительных границ при экспоненциальном распределении времени безотказной работы

2n	β											
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,005
2	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,41	3,22	4,6	6,0	7,8	9,2	11,6
4	0,71	1,06	1,65	2,19	3,36	4,9	6,0	7,8	9,5	11,7	13,3	14,9
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,2	8,6	10,6	12,6	15,0	16,8	18,6
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,5	11,0	13,4	15,5	18,2	20,1	21,9
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,8	13,4	16,0	18,3	21,2	23,2	25,2
12	5,2	6,3	7,8	9,0	11,3	14,0	15,8	18,5	21,0	24,1	26,2	28,3
14	6,6	7,8	9,5	10,8	13,3	16,2	18,2	21,1	23,7	26,9	29,1	31,0
16	8,0	9,3	11,2	12,6	15,3	18,4	20,5	23,5	26,3	29,6	32,0	34,0
18	9,4	10,9	12,9	14,4	17,3	20,6	22,8	26,0	28,9	32,3	32,8	37,0
20	10,9	12,4	14,6	16,3	19,3	22,8	25,0	28,4	31,4	35,0	37,6	40,0
22	12,3	14,0	16,3	18,1	21,3	24,9	27,3	38,0	33,9	37,7	40,3	42,5
24	13,8	15,7	18,1	19,9	23,3	27,1	29,6	33,2	36,4	40,3	43,0	45,5
26	15,4	17,3	19,8	21,8	25,3	29,3	31,8	35,6	38,9	42,9	45,6	48,0
28	16,9	17,9	21,6	23,6	27,3	31,4	34,0	37,9	41,3	45,5	48,3	51,0
30	18,5	20,6	23,4	25,5	29,3	33,5	36,3	40,3	43,8	48,4	50,9	54,0

Таким образом, нижний предел среднего времени безотказной работы

$$\frac{2t_n}{\chi^2_{\beta_1}(2n)} = \frac{2 \cdot 688}{43{,}8} = 30{,}7 \text{ ч},$$

а верхний

$$\frac{2t_n}{\chi^2_{\beta_2}(2n)} = \frac{2 \cdot 668}{18{,}5} = 72{,}5 \text{ ч},$$

т. е. в 90 случаях из 100 истинное значение среднего времени безотказной работы лежит в пределах 30,7—72,5 *ч*.

6. СВЯЗЬ МЕЖДУ НАДЕЖНОСТЬЮ И ЭКОНОМИЧНОСТЬЮ

Надежная работа ТССПИ необходима не только с технической, но и с экономической точки зрения. Совершенно очевидно, что предприятия, внедряющие у себя различные устройства ТССПИ, заинтересованы в снижении себестоимости выпускаемой продукции, т. е. в получении определенной народнохозяйственной эффективности

$$\varepsilon = \frac{A}{W},$$

где A — народнохозяйственный эффект; W — народнохозяйственные затраты.

Полная стоимость разработки, производства и эксплуатации современных радиоэлектронных систем (к которым относятся ТССПИ)

$$C = C_р + C_п + C_э,$$

где $C_р$, $C_п$ и $C_э$ — затраты соответственно на разработку, производство и связанные с эксплуатацией аппаратуры.

График зависимости C от вероятности безотказной работы (эксплуатационной надежности), изображенный на рис. 82, имеет минимум при некоторой надежности, являющейся оптимальной с экономической точки зрения.

Одним из важнейших условий определения народнохозяйственной эффективности является изучение не только затрат на изготовление новых конструкций приборов (систем), но и расходов на их эксплуатацию. В литературе [4, 9, 11, 14, 16] отмечается, что стоимость эксплуатации технических изделий в 10—100 раз больше стоимости изготовления.

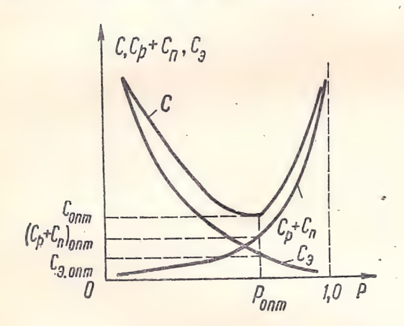


Рис. 82. Графики зависимости стоимости затрат на разработку, производство и эксплуатацию устройств (систем) от вероятности безотказной работы.

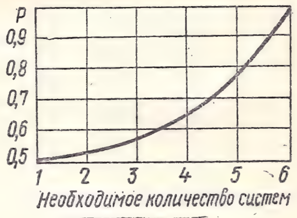


Рис. 83. Резерв, необходимый для обеспечения вероятности безотказной работы не менее 95%.

Основным, решающим фактором, определяющим величину расходов на эксплуатацию различных приборов и систем, является их надежность. Как влияет надежность изделий на их стоимость, видно из следующего примера [17]. Предположим, необходима система, имеющая вероятность безотказной работы 95%. В процессе производства удалось достичь всего 50%. Оценим, во что обойдется такая неудача. Ввиду того, что системы с 95%-ной надежностью мы не имеем, приходится вводить дублирующие системы, чтобы скомпенсировать недостатки разработки и производства. Из рис. 83 можно видеть, что в этом случае потребуется пять дополнительных систем.

Следовательно, стоимость отказа определяет не только число отказов, но и резерв, необходимый для успешного выполнения заданных функций. Однако стоимость резервированной аппаратуры, помимо собственной стоимости, включает и стоимость, связанную с техническим обслуживанием. В приведенном примере кривая рис. 83 иллюстрирует увеличение отказов при уменьшении безотказности ниже 0,95. Она получена из среднего времени между отказами, вычисленного для различных значений надежности. Наработка на отказ в системе, имеющей вероятность безотказной работы 95%, в 14 раз больше, чем в системе с 50%-ной вероятностью. Поэтому последняя должна ремонтироваться 14 раз в течение межремонтного срока для аппаратуры с 95%-ной вероятностью. В конечном итоге наличие пяти таких систем приведет к усложнению текущего и профилактического ремонтов по сравнению с одной системой, имеющей 95%-ную надежность, в 70 раз.

Таким образом, вопросы повышения надежности становятся уже не только технической, но и экономической задачей, и именно экономическая сторона дела оказывает на решение проблемы надежности все более сильное влияние. Следует однако отметить, что экономические проблемы надежности в настоящее время еще мало изучены. Для того, чтобы получить цифры, на которые можно было бы полагаться при оценке стоимости разработки и производства (в зависимости от надежности работы аппаратуры), необходимо иметь большое количество статистических данных, характеризующих эксплуатационную надежность соответствующей аппаратуры. В связи с этим ведение журналов технического состояния ТССПИ должно быть непременным условием грамотной их эксплуатации. Это обеспечит систематический сбор данных по надежности. Возможная форма ведения журнала технического состояния ТССПИ следующая:

№ по пор	Дата и время отказа	Характер проявления неисправностей	Блок, в котором обнаружена неисправность (номер схемы и обозначение элемента в схеме)	Вид неисправности (причина)	Время начала ремонта	Время окончания ремонта	Фамилия устранившего неисправность
1	2	3	4	5	6	7	8

Рассмотрим некоторые вопросы планирования целесообразных показателей надежности и ремонтопригодности ТССПИ.

В литературе встречаются различные подходы к определению упоминавшейся выше оптимальной надежности. Один из наиболее приемлемых подходов предложен в работе [3] и состоит в следующем. При задании параметров аппаратуры различных сложных автоматических (автоматизированных) систем для промышленности наиболее приемлемым следует считать критерий суммарных приведенных затрат (т. е. затрат на единицу продукции объекта управления), поскольку последний учитывает затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию. В таких системах различная аппаратура имеет разную экономическую значимость, которая определяется величиной ущерба, вызванного ее отказом.

При учете экономической значимости используемой в системе аппаратуры пользуются так называемым оптимальным вектором интенсивности отказов (λ^*), совокупность компонент которого минимизирует величину суммарных приведенных затрат по аппаратам системы.

Компонента оптимального вектора интенсивности отказов

$$\lambda_i^* = \left[\frac{\beta \alpha_i C_{0i} (\lambda_{0i})^{\alpha_i}}{\left(C_{\text{м}i} + \frac{g_i}{\mu}\right) T_0^*} \right]^{\frac{1}{\alpha_i + 1}},$$

где β — коэффициент, равный отношению календарного количества часов в году к количеству часов работы аппарата за год; α_i — коэффициент i-го аппарата, которым устанавливается соотношение между величиной изменения его интенсивности отказов и стоимости ($\alpha = 0,2 \div 2,0$); C_{0i} — стоимость i-го аппарата с фактической интенсивностью отказов, руб.; λ_{0i} — фактическая интенсивность отказов i-го аппарата, $1/ч$; $C_{\text{м}i}$ — затраты на материалы, связанные с устранением

отказа i-го аппарата, руб.; g_i — «вес» i-го аппарата в системе, определяемый величиной ущерба, вызванного отказом этого аппарата, руб.; $\mu = \frac{1}{T_в}$ — интенсивность восстановления аппарата, 1/*ч*; $T_в$ — время восстановления аппарата, *ч*; T_0^* — нормативный срок окупаемости, *ч*.

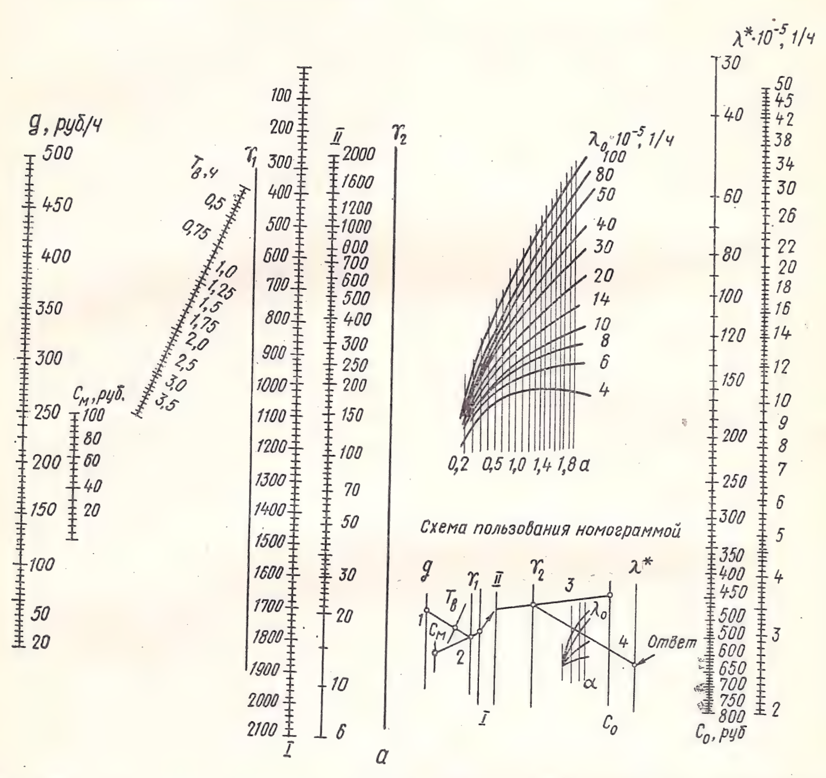


Рис. 84. Номограммы для определения оптимальной интенсивности отказов (*а*)

С целью доведения расчетов до уровня, приемлемого в инженерной практике, разработана номограмма (рис. 84, *а*).

Пример 6. Требуется определить величину оптимальной интенсивности отказов для аппаратуры автоматизации со следующими параметрами: $\beta = 1{,}33$; $\alpha = 1$; $C_0 = 100$ руб.; $\lambda_0 = 30 \cdot 10^{-5}$ 1/*ч*; $C_м = 7$ руб.; $g = 80$ *рублей/ч*; $T_в = 1$ *ч*; $T_0^* = 22\,000$ *ч*.

Расчет будем производить в соответствии со схемой, показанной на рис. 84, *а*:

1) отложив на шкале g значение $g = 80$ *рублей/ч*, а на шкале $T_в = 1$ *ч*, соединяем их прямой и отмечаем точку пересечения данной прямой со шкалой γ_1;

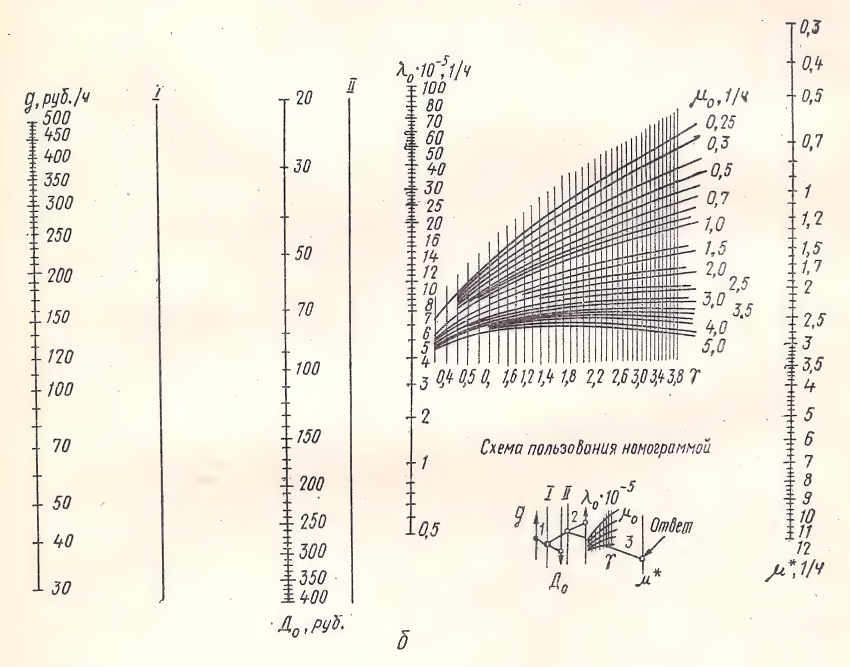
2) полученную на шкале γ_1 точку соединяем со значением $C_м = 7$ руб. на шкале $C_м$. При этом засекаем точку пересечения данной прямой со шкалой I, а полученную на последней отметку «80» переносим на шкалу II;

3) отметку «80» на шкале II соединяем прямой со значением $C_0 = 100$ руб. на шкале C_0. После чего засекаем точку пересечения данной прямой со шкалой γ_2; полученную на этой шкале точку соединяем прямой со значением $\lambda_0 = 30 \cdot 10^{-5}$ 1/*ч* шкалы λ_0 (при $a = 1$);

4) на шкале λ^* получаем ответ оптимальную интенсивность отказов для нашего случая $\lambda^* = 14 \cdot 10^{-5}$ 1/*ч*;

5) оптимальная вероятность безотказной работы (при $t = 720$ *ч*) 0,9.

Для определения оптимальных параметров ремонтопригодности (интенсивности восстановления) аппаратуры используют критерий суммарных приведенных затрат, которым будут учитываться (в функции от интенсивности восстанов-



и восстановления (*б*) аппаратуры автоматизации.

ления) стоимость аппаратуры автоматизации, затраты на ее ремонт и величина эксплуатационных затрат. При этом вводится понятие оптимального вектора интенсивности восстановления аппаратов системы (μ^*), совокупность компонент которого минимизирует величину суммарных приведенных затрат по аппаратам системы. Компонента оптимального вектора интенсивности восстановления

$$\mu_i^* = \left[\frac{\lambda_{0i} g_i (\mu_{0i})^{\gamma_i} T_0^*}{\beta Д_{0i} \gamma_i} \right]^{\frac{1}{\gamma_i + 1}},$$

где μ_{0i} — фактическая интенсивность восстановления i-го аппарата, 1/*ч*; $Д_{0i}$ — стоимость i-го аппарата автоматики с фактической интенсивностью восстановления, руб.; γ_i — коэффициент i-го аппарата, характеризующий соотношение между изменением его интенсивности восстановления и стоимостью (исследования показывают, что $\gamma = 0,3 \div 3$).

Как и в предыдущем случае, для доведения данных расчетов до уровня, приемлемого в инженерной практике, предлагается номограмма (рис. 84, *б*).

Пример 7. Требуется определить величину оптимальной интенсивного восстановления для аппаратуры автоматизации со следующими параметрами: $\mu_0 = 0{,}6$ *1/ч*; $g = 100$ *рублей/ч*; $\lambda_0 = 50 \cdot 10^{-5}$ *1/ч*; $\beta = 1{,}34$; $T_0^* = 22\,000$ *ч*; $Д_0 = 400$ руб.; $\gamma = 1{,}5$.

Расчет будем производить в соответствии со схемой, изображенной на рис. 84, *б*:

1) отложив на шкале g значение $g = 100$ *рублей/ч*, а на шкале $Д_0 = 400$ руб., соединяем их прямой. При этом точку пересечения прямой со шкалой *I* засекаем;

2) откладываем на шкале λ_0 точку $\lambda_0 = 50 \div 10^{-5}$ *1/ч*, после чего последнюю соединяем с точкой на шкале *I* прямой; точку пересечения данной прямой со шкалой *II* отмечаем;

3) откладываем на шкале μ_0 точку $\mu_0 = 0{,}6$ *1/ч* (при $\gamma = 1{,}5$) и соединяем прямой с отмеченной точкой на шкале *II*. Данную прямую продолжаем до пересечения со шкалой μ^*. На шкале μ^* получаем ответ — оптимальную интенсивность восстановления рассматриваемой аппаратуры автоматизации: $\mu^* = 0{,}8$ *1/ч* ($T^*_{восст} = 1{,}25$ *ч*).

Изложенная методика приближенного расчета величин оптимальных параметров надежности и ремонтопригодности может быть использована как при разработке, так и при выборе ТССПИ. При этом полученные значения оптимальных интенсивностей отказов λ^* и восстановления μ^* сопоставляются с исходными значениями λ_0 и μ_0. Если они значительно отличаются (более чем на 20—30%), то следует попытаться изменить комплектацию оборудования (выбирая аппаратуру с другими интенсивностями отказов λ_{0i} и восстановления μ_{0i}) или использовать мероприятия по повышению надежности (резервирование, улучшение системы технического обслуживания и т. д.) и провести повторный расчет оптимальной интенсивности отказов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., «Наука», 1969.
2. Гнеденко Б. В. и др. Математические методы теории надежности. М., «Наука», 1965.
3. Горлин А. М. Планирование целесообразных параметров надежности и ремонтопригодности аппаратуры автоматических систем. — В сб.: «Механизация и автоматизация управления». № 5. К., 1969.
4. Дружинин Г. В. Надежность устройств автоматики. М., «Энергия», 1964.
5. Ершова Э. Б. и др. Основы релейной автоматики. М., «Связь», 1969.
6. Зиземский Е. И. Надежность радиоэлектронной аппаратуры. Л., «Судостроение», 1967.
7. Кузнецов А. С. Надежность радиолюбительской аппаратуры. М., «Энергия». 1969.
8. Кузнецов В. А. Основные вопросы надежности радиоэлектронной аппаратуры, М., «Энергия», 1965.
9. Леонтьев Л. П. Введение в теорию надежности радиоэлектронной аппаратуры. Рига, Изд-во АН Лат. ССР, 1963.
10. Марчук Б. Е. Наработка на отказ и оценка стоимости электронной вычислительной аппаратуры. — «Автоматика, телемеханика и связь», 1968, № 11.
11. Рэймонд С. А. Надежность и стоимость отказа аппаратуры. — В сб.: «Вопросы надежности радиоэлектронной аппаратуры». М., «Советское радио», 1959.
12. Половко А. М. Основы теории надежности. М., «Наука», 1964.
13. Сотсков Б. С. Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники. М., «Высшая школа», 1970.
14. Шишонок Н. А. и др. Основы теории надежности и эксплуатации радиоэлектронной техники. М., «Советское радио», 1964.
15. Шор Я. Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М., «Советское радио», 1962.
16. Sternberd A., Zoutulf T. S. Reliability Trade — off Analysis. IRE Internalional Convention Record, 1961, March, Part 6.
17. Winland E. S. System Evaluationer Reliability in Eletronic Pergpeetive GRE Trans. Reliability and Quality Control 2., 1962, v. RQC—11, № 1.

Глава VIII. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

1. ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В задачу службы эксплуатации средств сбора и передачи информации входит обеспечение бесперебойной работы средств сбора и передачи информации путем организации постоянного текущего обслуживания хозяйства связи, планово-предупредительных ремонтов, плановых электрических измерений качественных параметров аппаратуры и каналов связи, проведения капитальных ремонтов, ведения учетной и технической документации. Организация эксплуатации лежит на отделах, управлениях, цехах связи или цехах технической диспетчеризации промышленных предприятий. На эти же подразделения возложено дальнейшее развитие и совершенствование средств связи. Текущее обслуживание средств производственной связи проводится цехами связи, а на предприятиях, где все подразделения связи, СЦБ и телемеханики объединены,— цехами технологической диспетчеризации. Объем работы, структура и численность персонала этих служб определяется количеством средств связи, имеющихся на данном промышленном предприятии. Цеха связи обычно подчиняются главным энергетикам предприятий. Отдельные цеха связи и цеха технологической диспетчеризации крупных предприятий могут иметь дополнительные службы: монтажные, конструкторские и исследовательские группы или лаборатории, диспетчерскую службу, мастерскую, гараж аварийного транспорта и т. д.

Организационно цеха могут делиться на участки, построенные по принципу узкой специализации (участки телевидения, радиосвязи, по обслуживанию абонентских пунктов) или по территориальному принципу, когда участки или бригада обслуживают все средства связи производства или группы цехов. Первый способ имеет преимущества в том случае, когда основной ремонт оборудования ведется на месте. Второй предпочтителен при наличии мастерских централизованного ремонта.

В настоящее время не существует общепринятых нормативов по обслуживанию средств производственной связи, на основе которых можно было бы рассчитывать численность производственного персонала цехов технологической диспетчеризации (цехов связи). Однако многие министерства и ведомства на основе имеющегося опыта эксплуатации установили такие нормативы (Министерство путей сообщения, Министерство энергетики и электрификации, Госстрой СССР и др.).

В табл. 66 приведены нормативные данные по обслуживанию различных устройств производственной связи, принятые как средние по материалам некоторых министерств и ведомств [2].

Общецеховой персонал комплектуют исходя из следующих данных. На каждые 15 электромонтеров назначают начальника участка или мастера. При наличии на предприятии кабелей связи емкостью до 5000 *км-пар* вводят дополнительные две штатные единицы, емкостью 5000—10 000 *км-пар* — пять единиц и свыше 10 000 *км-пар* — шесть единиц. Число инженерно-технических работников и служащих, руководящих работой и хозяйственной деятельностью цеха технологической диспетчеризации (связи), должно составлять до 6% от нормативной численности рабочих и телефонистов.

Поддержание средств связи в работоспособном состоянии возможно только при наличии соответствующего обеспечения цехов связи материалами на текущее содержание обслуживаемых устройств. Стоимость этих материалов по данным Министерства путей сообщения указана в табл. 67 [2].

Таблица 66

Нормативные данные по обслуживанию различных устройств производственной связи

Оборудование	Нормативный показатель	Единица измерения норматива	Норматив	Профессия обслуживающего
Коммутатор	Рабочее место	Чел-сутки	4,5	Телефонист
То же, при размещении совместно двух коммутаторов	» »	»	6	»
То же, при размещении совместно более двух коммутаторов	» »	»	2,5	»
Электрочасы первичные, электрочасовая подстанция	1 шт.	Чел-месяц	4	Электромонтер линейных сооружений и абонентских устройств телефонной связи
Электрочасы вторичные односторонние	То же	»	1	То же
То же, двусторонние	» »	»	1,5	» »
Абонентские пункты телефонной связи (обслуживание)	500 шт.	Чел-сутки	1	» »
То же, текущий ремонт	3000 шт.	»	1	» »
То же, текущее развитие	3000 шт.	»	1	» »
Абонентский пульт и пульт старшего производственной громкоговорящей связи избирательной системы	1 шт.	Чел-месяц	0,25	Электромонтер линейных сооружений и абонентских устройств радиофикации
ПГС-1К, ПГСПЗ-120, усилитель мощностью до 10 *ва*	1 шт.	»	2,5	То же
Громкоговоритель мощностью до 5 *ва*	1 шт.	»	0,6	Электромонтер линейных сооружений и абонентских устройств радиофикации
То же, до 10 *ва*	То же	»	2,7	То же
То же, до 100 *ва*	» »	»	4,0	» »
Телеграфный аппарат	» »	»	23,0	Электромонтер телеграфной связи
Фототелеграфный аппарат	» »	»	9,0	То же
Магнитофоны	» »	»	4,83	Электромонтер радиооборудования
Коммутатор без усилителя или концентратор	1 монтированный номер	Чел-месяц	0,17	Электромонтер станционного оборудования телефонной связи
Коммутатор с усилителем	То же	»	0,25	То же
АТС емкостью до 200 номеров	» »	»	0,33	» »
Ручные телефонные станции емкостью, номеров:				
до 200	1 шт.	Чел-сутки	0,2	» »
до 400	То же	»	1	» »
до 600	» »	»	2	» »
до 1200	» »	Чел-смена	1	» »

Продолжение табл. 66

Оборудование	Нормативный показатель	Единица измерения норматива	Норматив	Профессия обслуживающего
Междугородный коммутатор	1 шт.	Чел-смена	16	Электромонтер станционного оборудования телефонной связи
Коммутатор передаточного стола со стативом РСЛ	То же	»	39	То же
Статив комплектов междугородных линий	» »	Чел-месяц	8	Электромонтер станционного оборудования телефонной связи
Распределительная станция диспетчерской связи (транспортная связь)	» »	»	22	То же
Промежуточный пункт селекторной связи	» »	»	1,17	» »
Блок прямой связи	» »	»	2	» »
Установка связи совещаний	» »	»	20	» »
Релейные шкафы производственной громкоговорящей связи	То же	»	0,33	Электромонтер станционного оборудования радиофикации
Усилитель мощностью, *ва*:				
до 50	» »	»	1	То же
до 100	» »	»	4	
до 600	» »	»	7	
Радиостанция стационарная	» »	»	20	То же
То же, установленная у диспетчера	» »	»	11	Электромонтер станционного радио- и радиорелейного оборудования
Мобильная радиостанция	» »	»	16	То же
Переносная и носимая радиостанция	» »	»	30	» »
Аппаратура радиорелейной связи	« »	»	10	» »
Оконечная аппаратура высокочастотного уплотнения	» »	»	20	» »
Передающая камера	1 канал	»	9	» »
Видеоконтрольное устройство	1 шт.	»	15	Электромонтер станционного телевизионного оборудования
Видеоприемное устройство	То же	»	15	То же

Продолжение табл. 66

Оборудование	Нормативный показатель	Единица измерения норматива	Норматив	Профессия обслуживающего
Аккумуляторы различных типов	1 шт.	Чел-месяц	15	Электромонтер станционного телевизионного оборудования
Выпрямители	1 элемент	»	0,6	Аккумуляторщик
Зарядно-разрядные щиты	1 шт.	»	0,83	»
Кабельные линии телевизионной связи и радиовещания	То же	»	1,25	»
Телефонная канализация	1 *км-пара* 1 *км*	» »	0,116 7	Кабельщик-спайщик »
Передвижные линии	1 *канал-км* 1 *км*	» »	4,35 50	Электромонтер канализационных сооружений связи То же
Воздушные линии связи при 20 опорах на 1 *км* с числом проводов:				
до 10	То же	»	1,6	Электромонтер линейных сооружений и абонентских устройств телефонной связи
до 16	» »	»	2,2	То же
до 24	» »	»	2,8	» »
свыше 24	» »	»	3,3	» »

Таблица 67

Таблица стоимости материалов на текущее содержание средств связи

Оборудование и сооружение связи	Единица измерения	Стоимость в год, руб.
Воздушные линии связи	1 *км*	—
Магистральные кабели емкостью 7×4 (при других емкостях кабеля норма изменяется в соответствии с количеством километропар)	То же	20
Центральные телефонные станции:		
ручные	1000 номеров	332,4
автоматические	То же	418
Воздушные и кабельные сети местной телефонной связи	100 телефонных аппаратов	226
Абонентские пункты	То же	52

Продолжение табл. 67

Оборудование и сооружение связи	Единица измерения	Стоимость в год, руб.
Аппаратура дальней телефонной связи и линейно-аппаратных цехов	1 стойка	67
Аппаратура избирательной телефонной связи	100 *км*	41
Аппаратура телеграфной связи	1 аппарат	2
Радиостанция	1 комплект	10
Радиоприемник	То же	17
Трансляционные узлы и сети	100 трансляционных точек	9
Радиорелейная аппаратура (без радиоламп)	1 комплект аппаратуры одного ствола	43
Стационарные аккумуляторы (при емкости, большей, чем у СК-1, стоимость материалов пропорционально увеличивается)	1 аккумулятор СК-1	0,1

Монтаж элементов средств сбора и передачи информации необходимо производить в соответствии с рабочими чертежами проекта, а также отраслевыми и межведомственными нормалями. При выполнении работ обязательно соблюдение требований технических условий на монтаж приборов и средств автоматизации [1], монтажно-эксплуатационных инструкций заводов-изготовителей на элементы средств сбора и передачи информации, правил и инструкций Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР, правил техники безопасности и охраны труда и противопожарной техники [12, 13]. Монтажные работы следует выполнять индустриальными методами с максимальным применением узлов и блоков оборудования, соединительных проводок и металлоконструкций. Наблюдать за производством монтажных работ и принимать выполненные работы должны ответственные представители генерального подрядчика или предприятия, на котором работы выполняются.

В процессе монтажа необходимо составлять акты на скрытые работы при установке измерительных дроссельных органов на трубопроводах и датчиков, располагаемых внутри аппаратов или покрываемых теплоизоляцией, а также при прокладке кабелей в земле и т. п.

Датчики, преобразователи, приборы и другие средства сбора и передачи информации перед установкой должны пройти стендовую проверку, при которой определяется целостность электрических цепей; сопротивление изоляции; электрическое напряжение на выходных зажимах трансформаторов, выпрямителей и др.; основная погрешность; правильность срабатывания сигнализирующих и регулирующих элементов и т. д.

Окончательную проверку и регулировку схем, приборов, регуляторов производят в период пусконаладочных работ специализированные наладочные организации. Сдачу работ по монтажу элементов средств сбора и передачи информации оформляют актом, к которому прилагают документацию по специальному списку, в том числе: рабочие чертежи проекта с изменениями, внесенными при монтаже; акты на скрытые работы; протоколы измерения сопротивления изоляции электро-

проводок; протоколы стендовой проверки приборов; ведомость смонтированных элементов и др. [9, 10]. После окончания пусконаладочных работ предприятию передаются технические отчеты по отдельным узлам установки.

Важной стороной деятельности цехов связи и цехов технологической диспетчеризации являются планово-предупредительные ремонты, поскольку они позволяют своевременно предупредить возможные повреждения и увеличить надежность и качество связи. Планово-предупредительные ремонты проводят по годовым, квартальным и месячным графикам, составляемым на основании анализа количества и характера отказов и повреждений за предыдущий период эксплуатации.

Ориентировочно на основе опытных данных можно рекомендовать следующую периодичность проведения планово-предупредительных ремонтов на промышленных предприятиях [2]:

Диспетчерские установки

Осмотр и чистка всех узлов, монтаж коммутаторов	Раз в месяц
Проверка качества связи на рабочих местах	Раз в месяц
Регулировка ключей, контактов реле, проверка коммутаторов, стативов реле	Раз в шесть месяцев
Электрические измерения:	
абонентских линий	То же
абонентских комплектов коммутаторов	» »
Измерение заземлений	» »

Устройства производственной громкоговорящей связи с центральными усилителями

Проверка режимов работы	Раз в неделю
Измерение входных сопротивлений фидеров	То же
Осмотр деталей, чистка, регулировка	Раз в месяц
Проверка работы включающих и коммутирующих устройств	То же
Проверка качества звучания громкоговорителей на рабочих местах	» »
Измерение заземлений	Раз в шесть месяцев

Устройства производственной громкоговорящей связи с абонентскими усилителями

Осмотр оконечных абонентских устройств	Раз в неделю
Осмотр монтажа, деталей, чистка и регулировка	Раз в месяц
Проверка качества работы установок	То же
Электрические измерения линий	Раз в шесть месяцев

Аппаратура радиосвязи

Осмотр аппаратуры с чисткой и устранением дефектов, проверка качества работы	Раз в месяц
То же, на подвижных агрегатах	Раз в 15 дней
Проверка электрических параметров радиостанций	Раз в шесть месяцев
То же, на подвижных агрегатах	Раз в три месяца

Электрочасовые установки

Проверка точности хода часов	Раз в день
Проверка исправности резервного электропитания	Раз в неделю
Осмотр, чистка, регулировка установок	Раз в месяц
Электрические измерения фидерных линий	То же
Предупредительный ремонт вторичных электрочасов	Раз в год

Установки промышленного телевидения

Проверка, чистка оптики	Раз в неделю
Осмотр, чистка монтажа, узлов и деталей передающих и приемных устройств	Раз в месяц
Проверка качества изображения, исправности работы установок	То же
Электрические измерения	Раз в шесть месяцев

Кабельная сеть

Электрические измерения:	
изоляции в объеме 20% емкости сети	Раз в шесть месяцев
переходного затухания кабелей связи в объеме 20% емкости сети	То же
рабочего затухания	» »
потенциалов блуждающих токов на оболочках кабелей в объеме 50% емкости сети	» »
Общий осмотр щита переключений, приведение в порядок кроссировок, рамок, термических катушек, предохранителей	Раз в неделю
Проверка сигнализации	То же
Чистка, регулировка и проверка испытательных приборов	Раз в шесть месяцев

Установки пожарной и охранной сигнализации

Проверка работоспособности	Раз в месяц
Предупредительный ремонт станции	Раз в шесть месяцев
Предупредительный ремонт извещателей	То же

Автоматические телефонные станции декадно-шаговой системы

Проверка:	
комплектов ПИ на получение зуммера от одного ГИ	Раз в неделю
приборов ГИ и ЛИ	То же
сигнализации	Раз в месяц
работы СВУ	Раз в день
выходов от ПИ к ГИ, от ГИ к ЛИ и РЛС	Раз в неделю
соединительных линий	Раз в день
промщита (и очистка его от пыли)	Раз в шесть месяцев
шнуров механизмов ДШИ	Раз в две недели
Предупредительные ремонты комплексов и оборудования стативов ПИ	Раз в два года
Предупредительные ремонты стативов ГИ, ЛИ, СВУ	Раз в год
Предупредительные ремонты стативов РСЛ	Раз в шесть месяцев

Источники электропитания

Осмотр трансформаторов, реле, контактов	Раз в месяц
Проверка токораспределительной сети	Раз в шесть месяцев
Проверка приборов, монтажа зарядно-разрядного щита	Раз в месяц
Проверка плотности и уровня электролита	То же
Чистка и протирка батарейных шкафов, батарей, стеллажей	Раз в 15 дней
Измерение емкости батарей	Раз в шесть месяцев

Графики планово-предупредительных ремонтов являются одним из основных документов, по которым ведется работа различных участков цехов связи и цехов технологической диспетчеризации. Контроль за выполнением этих графиков осуществляют бюро ремонта, мастера и старшие монтеры участков. Ответственным за проведение всех планово-предупредительных работ является заместитель начальника цеха по эксплуатации. Примерные формы объема и графика выполнения планово-предупредительных ремонтов следующие:

Объем планово-предупредительных ремонтов

№ по пор.	Перечень оборудования, установок, аппаратуры и т. д.	Предупредительные ремонты			Проверка и осмотры			Электрические измерения		
1										
2										

График выполнения планово-предупредительных ремонтов

№ по пор	Перечень оборудования, установок, аппаратуры и т. д.	Числа месяца							Ответственный исполнитель
		1	2	3	...	29	30	31	
1									
2									

Электрические измерения качественных параметров аппаратуры и каналов связи проводит обслуживающий их персонал или измерительная группа с периодичностью и в объеме, обусловленными технической документацией. Целью измерений является определение соответствия фактических электрических характеристик нормируемым величинам для установления необходимости наладочных работ. Указанные измерения и наладочные работы выполняет либо служба эксплуатации с использованием парка измерительных приборов, либо специализированная организация. Номенклатура измерительных приборов, используемых при эксплуатации средств промышленной связи, очень широка. В табл. 68 приведен ориентировочный перечень измерительных приборов, которыми должны быть оснащены службы эксплуатации средств связи, причем в этот перечень не включены приборы, необходимые для обслуживания систем высокочастотного уплотнения.

Привлечение специализированных организаций для осуществления измерений, ремонтных и наладочных работ способствует удешевлению себестоимости эксплуатации, снижению численности производственного персонала цехов связи и повышению надежности связи. Эта форма эксплуатации особенно экономична для небольших и средних предприятий, когда затруднительно иметь большое количество разнообразных специалистов высокой квалификации, так как по объему средств они не могут быть эффективно использованы.

Электрические измерения и использование парка измерительных приборов планируют в зависимости от количества и типов эксплуатируемого оборудования и условий его работы. Составление указанных планов и контроль за их выполнением осуществляет также заместитель начальника цеха по эксплуатации.

Учет и паспортизацию в цехах связи организуют по формам службы эксплуатации городских телефонных сетей в тех случаях, когда они пригодны для условий данного промышленного предприятия. Периодический учет позволяет собрать необходимый материал для анализа работы средств связи и деятельности службы эксплуатации. Основным документом периодического учета является журнал диспетчера цеха связи, примерная форма которого следующая:

Время записи		Содержание	Запись	Кому и какое дано распоряжение	Время выполнения		Примечание
Дата	Часы, минуты				Дата	Часы, минуты	
1	2	3	4	5	6	7	8

Организации ремонтов оборудования связи уделяется особо большое внимание, так как качество их и связанные с ними трудовые и материальные затраты характеризуют деятельность всего цеха связи в целом. Обычно ремонты проводят

Таблица 68

Ориентировочный перечень измерительных приборов служб эксплуатации средств связи

Измерительные приборы	Тип	Область применения
Прибор для проверки:		
искателей на подъем и вращение	ИТИ-1	АТС
номеронабирателей	ИТН-1	АТС
ДШИ	№ 21	АТС
выходов ГИ	№ 11	АТС
скорости ДШИ	№ 12	АТС
Ампервольтметр	ТТ-1	АТС, диспетчерские и прочие установки телефонной и громкоговорящей связи
Вольтметр постоянного тока переносной со шкалой 3—150 *в*	М-45	То же
То же, со шкалой 0—3 *в*	М-55	» »
Магазин:		
емкостей	МЕ-3	» »
затухания	МЗУ	» »
сопротивлений	КМС-6	» »
Амперметр постоянного тока	М-104	» »
Вольтамперметр многопредельный переносной	Ц-315	» »
Секундомер электрический	ПВ-52	» »
Психрометр	—	» »
Ареометр для измерения плотности	—	» »
Кабельный мост	ПКП-2	Диспетчерские и прочие установки, линейные сооружения
Кабельный прибор	КПЛ	То же
Прибор для испытания разрядников	ИР-3	» »
Прибор для измерения переходного затухания	ИПЗ-2	» »
Измеритель заземлений	ИЗ-3	» »
Прибор для измерения блуждающих токов	ПБТ	» »
Прибор для испытания микрофонов	ИТМ	» »
Индикатор напряжения	ИНН-1	» »
Кабелеискатель	КИ-56	» »
Прибор для отыскания кабельных пар	ИКП-1	» »
Мегометр	М-1101	» »
Мост переносной	УМВ	» »
Мост Томсона двойной	МД-6	» »
Мост Витстона	ММВ	» »
Генератор звуковой частоты	ЗГ-10 и ЗГ-641	Диспетчерские и прочие установки, линейные сооружения и др.
Указатель напряжения помех	УНП-2	То же
Прибор для измерения сопротивления заземляющих устройств	МС-0,8	» »
Измерительный чемодан	ИЧ	» »
Ламповый вольтметр	ВЛУ-2, МВЛ-2	» »
Импульсный испытатель линий	МИЛ-1	» »
Испытатель ламп	ИЛ-14	» »
Электронный осциллограф	ЭО-7	» »
Генератор стандартных сигналов	ГСС-17	» »
Волномер-гетеродин	528 или 526	» »
Шумомер	—	» »
Измеритель частотных характеристик	4Х-1, 4Х-57	Промышленное телевидение
Прибор настройки телевизоров	ПНТ-3М, ПНТ-59	То же
Генератор прямоугольных импульсов	—	» »
Максометр	ИЛ-3	» »
Прибор для проверки кинескопов	УСПК	» »
Киловольтметр	0—25 *кв*	» »
Испытатели транзисторов	—	» »

в строгом соответствии с графиком. Наиболее прогрессивной формой ведения ремонтных работ является организация централизованного ремонта. В этом случае вся съемная аппаратура: телефонные аппараты, громкоговорители, электровторичные часы, микрофоны, блоки радиостанций, телевизионные камеры и т. д.— не ремонтируется на месте, а по установленному графику заменяется резервной. Ремонт замененного оборудования производят в центральной, специально оборудованной мастерской цеха связи, оснащенной необходимыми измерительными приборами и различными механизмами, приспособлениями и инструментами. Этот же порядок распространен и на текущую эксплуатацию. Ремонт и установление неисправности аппаратуры на рабочем месте не производят, так как при этом не достигается качественного выполнения работ. Кроме того, ремонтные работы на рабочем месте мешают деятельности технологического персонала.

Для осуществления централизованного ремонта в распоряжении цеха должен находиться обменный фонд, состоящий из комплектов резервной аппаратуры. Состав и объем обменного фонда определяют в каждом конкретном случае в зависимости от характера производства, количества и состава аппаратуры и условий ее эксплуатации. Практика передовых цехов связи промышленных предприятий показывает большие преимущества централизованного ремонта, позволяющего резко сократить количество повреждений, время на их устранение и, что особенно важно, время простоя средств связи. Ремонт на месте устраивается только для аппаратуры, не поддающейся замене и не имеющей съемных блоков, а также для линейных сооружений.

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Для определения наиболее эффективных направлений и установления очередности мероприятий по внедрению управляющей техники на данном объекте, выбора наиболее эффективных мероприятий по разработке и внедрению ТССПИ, а также определения годовой экономии и влияния внедрения средств управления на плановые показатели предприятия [7] необходимо рассчитать экономическую эффективность разработки и внедрения новых средств управления.

На стадии разработки проектного задания можно выполнять ориентировочный расчет экономической эффективности ТССПИ для автоматизации ряда управленческих функций. Такой расчет служит обоснованием целесообразности последующих разработок и правильного выбора вариантов их исполнения. В ходе рабочего проектирования расчет уточняется на основе детальной проработки проекта. После внедрения ТССПИ осуществляют проверку эффективности фактической по результатам внедрения и сопоставление ее с расчетной или с нормативной.

В настоящее время существуют различные способы оценки экономической эффективности. В связи с тем, что при внедрении ТССПИ однотипные задачи можно решать различными методами, возникает необходимость выбора наиболее эффективного из них в результате сопоставления и сравнения. При этом используют формулы приведенных затрат:

$$K + T_{\text{н}}C = \min,$$
$$C + E_{\text{н}}K = \min,$$

где K — капитальные вложения по каждому варианту, руб.; C — годовая себестоимость продукции по тому же варианту, руб.; $T_{\text{н}}$ и $E_{\text{н}}$ — отраслевые нормативные соответственно срок окупаемости (в годах) и коэффициент эффективности.

Следует подчеркнуть, что необходимым условием сопоставляемости сравниваемых вариантов является их равнозначность по охвату сферы производственно-хозяйственной, планово-экономической и учетной деятельности предприятия, по объему перерабатываемой информации, по быстродействию и надежности.

Оценку экономичности ТССПИ необходимо осуществлять с учетом срока окупаемости дополнительных капитальных вложений на их создание и внедрение (табл. 69) [14].

Для расчета срока окупаемости затрат на ТССПИ можно использовать формулу [6]

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{н}} - K_{\text{с}}}{\sum_{i=1}^{n} (Ц_{\text{н}i} - C_{\text{н}i})\, Ч_{\text{н}} P_{\text{н}} - \sum_{i=1}^{n} (Ц_{\text{с}i} - C_{\text{с}i})\, Ч_{\text{с}} P_{\text{с}}},$$

где $K_{\text{с}}$ и $K_{\text{н}}$ — капиталовложения соответственно до и после внедрения ТССПИ, руб.; $C_{\text{с}i}$ и $C_{\text{н}i}$ — соответственно старая и новая себестоимости единицы i-й продукции, руб.; $Ц_{\text{с}i}$ и $Ц_{\text{н}i}$ — соответственно старая и новая отпускные цены единицы i-й продукции, руб.; $Ч_{\text{с}}$ и $Ч_{\text{н}}$ — соответственно старая и новая численности работающих, чел.; $P_{\text{с}}$ и $P_{\text{н}}$ — соответственно старая и новая производительность труда, шт.; n — число наименований продукции.

Таблица 69

Нормативные сроки окупаемости и коэффициенты эффективности

Отрасль промышленности	$T_{\text{н}}$	$E_{\text{н}}$
Металлургическая (черная и цветная)	7	0,14
Энергетика	7—10	0,14—0,1
Угольная	5	0,2
Нефтяная	5	0,2
Лесная и деревообрабатывающая	5	0,2
Химическая	3—5	0,33—0,2
Машиностроение	3—5	0,33—0,2
Легкая	3—5	0,33—0,2
Строительство и промышленность строительных материалов	6	0,17

Из этой формулы видно, что определение экономической эффективности ТССПИ основывается на учете всех важнейших результатов производственной деятельности предприятия.

Опыт показывает, что внедрение ТССПИ как элементов автоматизации управления оказывает на производство многообразные воздействия. Экономический эффект при этом можно определить как разницу между экономией, достигнутой в производстве (суммой сокращения производственных потерь по функциям управления), и эксплуатационными затратами на комплекс ТССПИ. Оценку годового экономического эффекта можно производить по формуле [7]

$$Э = [(C_{\text{с}} + E_{\text{н}} K_{\text{с. у}}) - (C_{\text{н}} + E_{\text{н}} K_{\text{н. у}})]\, A_{\text{н}},$$

где $E_{\text{н}}$ — отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат; $K_{\text{с. у}}$ и $K_{\text{н. у}}$ — удельные капитальные затраты (сумма производственных основных и оборотных фондов) соответственно до и после внедрения ТССПИ, руб. на ед. продукции; $A_{\text{н}}$ — годовой объем производимой продукции.

Если обозначить изменение себестоимости через $\Delta C = C_{\text{с}} - C_{\text{н}}$, а изменение основных и оборотных фондов через ΔK, то последняя формула примет вид

$$Э = \Delta C - E_{\text{н}} \Delta K.$$

Затраты K на изготовление комплекса ТССПИ рассчитывают в следующем порядке:

определяют общие производственные затраты $K_{\text{п}}$ на комплекс в целом;

устанавливают стоимость $K_{\text{у}}$ покупных изделий, аппаратуры и устройств и комплекса в целом;

рассчитывают затраты $K_{м. п. в}$ на монтаж, отладку и производственное внедрение комплекса ТССПИ.

Следовательно,

$$K = K_п + K_у + K_{м. п. в}.$$

Общая годовая сумма затрат на эксплуатацию комплекса ТССПИ

$$З_{экс} = З_{т. о} + З_а + З_{эл} + З_{т. р} + З_{всп} + З_{пр},$$

где $З_{т. о}$ — затраты на обслуживание комплекса (заработная плата персонала, обслуживающего устройства, с отчислениями на социальное страхование); $З_а$ — амортизационные отчисления; $З_{эл}$ — затраты на электроэнергию, потребляемую комплексом ТССПИ; $З_{т. р}$ — затраты на выполнение профилактических и текущих ремонтов ТССПИ; $З_{всп}$ — затраты на вспомогательное оборудование и материалы, необходимые для нормального функционирования комплекса ТССПИ, $З_{пр}$ — прочие затраты на эксплуатацию систем (стоимость помещения, освещения, административно-управленческие расходы).

Естественно, что показатели затрат являются укрупненными. В свою очередь каждый из элементов затрат состоит из ряда калькуляционных статей расходов:

затраты на обслуживание комплекса

$$З_{т. о} = \left(\sum_{i=1}^{g} P_{иi} t_{гi} + \sum_{i=1}^{f} P_{рi} t_{чi} B_i\right)(1 + \eta),$$

где $P_{иi}$ — численность инженерно-технического персонала, обслуживающего систему ($i = 1, 2, \ldots, g$), чел.; $P_{рi}$ — численность рабочих, обслуживающих систему ($i = 1, 2, \ldots, f$), чел.; $t_{гi}$ — годовой фонд основной заработной платы инженерно-технического работника, руб.; $t_{чi}$ — часовая тарифная ставка рабочего, руб.; B_i — годовой фонд рабочего времени одного рабочего, *ч*; $\eta = 0{,}10 \div 0{,}15$ — коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование;

амортизационные отчисления

$$З_а = KA,$$

где K — общая стоимость системы, включая затраты на ее проектирование, руб.; A — норма амортизационных отчислений (табл. 70) [5];

затраты на электроэнергию

$$З_{эл} = M_у Ф_д Ц_э,$$

где $M_у$ — установленная мощность САУП, *квт*; $Ф_д$ — годовой фонд времени работы технических средств, *ч*; $Ц_э$ — цена 1 *квт·ч* электроэнергии, руб.;

затраты по текущему ремонту $З_{т. р}$ включают в себя стоимость запасных частей для технических средств и материалов, необходимых для профилактических и текущих ремонтов, а также основную и дополнительную заработные платы ремонтных рабочих, обслуживающих технические средства, с отчислениями на социальное страхование;

затраты на вспомогательное оборудование

$$З_{всп} = \sum_{i=1}^{v} З_{в. оi} a_i + З_и + З_{в. м},$$

Таблица 70

Нормы амортизационных отчислений для некоторых видов приборов и систем

Прибор или система	A, % в год	В том числе	
		на капитальный ремонт	на полное восстановление
Электронные вычислительные машины	19,0	13,0	6,0
Лабораторные приборы	14,0	—	14,0
Электроизмерительные приборы связи:			
стационарные	5,8	0,7	5,0
переносные	15,2	5,2	10,0
Прочие измерительные и регулирующие приборы и устройства	12,0	2,0	10,0
Аппаратура междугородной полуавтоматики и автоматики	7,7	3,5	4,2
Аппаратура радиорелейной связи	7,4	2,0	5,4
Телеграфные и фототелеграфные аппараты, трансляторы и приборы	11,6	3,4	8,2
Телеграфные станции АТС	7,8	5,3	2,5
Телевизионное оборудование	10,6	1,9	8,7

где $З_{в.\ oi}$ — стоимость вспомогательного оборудования, руб.; a_i — норма амортизационных отчислений по i-му вспомогательному оборудованию; $З_и$ — стоимость инвентаря, необходимого для обслуживания системы, руб.; $З_{в.м}$ — стоимость вспомогательных материалов (магнитная и перфорационная лента, бумага для печатающих устройств и т. д.), руб.; v — число видов оборудования.

При расчете $З_{всп}$ необходимо пользоваться Нормами амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР, утвержденными Советом Министров от 1 сентября 1964 г.

Прочие затраты на эксплуатацию системы слагаются из затрат на приспособление и содержание (аренду) помещения, его освещение, отопление и т. д.

Рассчитаем экономию от внедрения комплекса ТССПИ, которая возникает в различных производственных подразделениях.

В результате внедрения ТССПИ сократятся внутрисменные потери рабочего времени на различных участках, которые происходят по причинам отсутствия сырья, материалов, заготовок, инструмента. Коэффициент увеличения выпуска продукции за счет лучшей организации рабочего времени

$$K_р = \frac{mn}{100},$$

где m — внутрисменные потери рабочего времени по организационным причинам, %; n — сокращение потерь рабочего времени в результате внедрения ТССПИ,%.

Увеличение выпуска продукции за счет сокращения потерь рабочего времени уменьшает условно-постоянные расходы, затрачиваемые на единицу продукции:

$$\Delta C_1 = У_р K_р,$$

где $У_р$ — величина условно-постоянных расходов, руб.

Сокращение непроизводительных расходов

$$\Delta C_2 = \sum_{i=1}^{w} P_{нi}\mu_i,$$

где $P_{нi}$ — непроизводительные расходы i-го вида (например, доплаты за сверхурочные, доплаты за простои и др.), руб.; μ_i — коэффициент, учитывающий

влияние комплекса ТССПИ на сокращение непроизводительных расходов; w — число видов непроизводительных расходов.

Экономия за счет сокращения величины незавершенного производства

$$\Delta C_з = H_ф - H_{не},$$

где $H_ф$ — фактическая величина незавершенного производства на предприятии, руб.; $H_{не}$ — нормативная величина незавершенного производства после внедрения ТССПИ (может быть рассчитана после расчета календарно-плановых нормативов), руб.

Отношение экономии, полученной в результате внедрения комплекса ТССПИ, к дополнительным капитальным затратам на комплекс является обобщающим критерием эффективности затрат (в настоящее время установлено, что его величина в машиностроении и приборостроении не должна быть ниже 0,25).

Приведенная оценка эффективности от внедрения ТССПИ является в известной степени приближенной, однако она доступна для широкого круга специалистов и не исключает других подходов, например изложенных в работах [3, 4, 6, 8, 11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Адабатьян А. К. Монтаж контрольно-измерительных приборов и аппаратуры автоматического регулирования. М., «Госстройиздат», 1962.

2. Балакин А. Л., Матлин Г. М., Яхнис Л. Н. Связь на промышленных предприятиях. М., «Связь», 1971.

3. Есиков С. Р. Методика и практика определения эффективности внедрения новой техники и организационно-технических мероприятий. М., «Связь», 1971.

4. Козаченко С. В. и др. Оценка эффективности использования капитальных затрат при создании систем автоматизированного управления производством. В сб.: «Технология и организация производства». № 6. Изд. УкрНИИНТИ. Киев, 1969.

5. Консон А. С. Экономика приборостроения. М., «Высшая школа», 1970.

6. Лукашевич С. И., Сердюк Л. К. Расчет экономической эффективности от внедрения системы автоматизированного управления производством. М., «Экономика», 1966.

7. Методика определения годового экономического эффекта, полученного от внедрения новой техники. Изд. Государственный Комитет Совета Министров СССР по науке и технике. М., 1961.

8. Методика определения экономической эффективности применения ЭВМ в управлении производством. Изд. ЦНИИТУ. Минск, 1967.

9. Сокольницын С. А., Диденко Н. И. Проектирование и внедрение систем автоматизированного управления производством, на машиностроительных заводах. Изд. ЛДНТП. Л., 1970.

10. Справочник проектировщика систем автоматизации управления производством. М., «Машиностроение», 1971.

11. Субботин Н. Г. Метод определения экономической эффективности автоматизированных систем управления. Изд. ГОСИНТИ. М., 1967.

12. Техника безопасности и охрана труда на предприятиях и в строительных организациях связи. — В кн.: «Сборник постановлений и правил». М., «Связь», 1969.

13. Технические условия на монтаж приборов и средств автоматизации. МСН5-63 ГМСС СССР. Изд. ЦБТИ. М., 1973.

14. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., «Экономика», 1969.

Приложения

1. Определение числа абонентских радиостанций в системе УКВ радиосвязи *

В настоящее время в строительстве широко используют как коммутируемые, так и некоммутируемые (прямые) сети УКВ радиосвязи, с помощью которых осуществляется передача наиболее оперативных распоряжений, контрольной и учетной информации. Эффективность этих сетей зависит от типа применяемого оборудования и схемы организации связи, а также от числа абонентских радиостанций, включаемых в данную систему, их взаимного расположения, условий распространения радиоволн в рассматриваемой местности, уровня помех и ряда других факторов.

Найти число абонентских радиостанций для включения в любую систему радиотелефонной связи можно исходя из условия, что время установления соединения не будет превосходить заданных пределов, определяемых потребностями оперативного управления. Указанное условие количественно может быть выражено вероятностью S того, что информация будет передана за срок, не превышающий заданный отрезок времени T_s (критерий оперативности):

$$S = (T_{\text{п}} + T_{\text{н}} \leqslant T_s),$$

где $T_{\text{п}}$ и $T_{\text{н}}$ — математическое ожидание соответственно времени переговора и непроизводительных затрат времени на установление соединения.

Вероятность S может быть названа *оперативностью* связи. В частности, оперативность связи может быть определена, если положить время, требуемое для выполнения технически необходимых операций по установлению соединения ($t_{\text{т}}$), за единицу измерения. Тогда

$$S = p\,(kt_{\text{т}}),$$

где $k = 1, 2, 3, \ldots$

Таким образом, оперативность связи здесь понимается как вероятность того, что вызывающий абонент установит соединение с первой, второй, третьей и т. д. попыток. Тогда

$$S = (kt_{\text{т}}) = 1 - [1 - p\,(1)]^k,$$

где $p(1) = \prod_{i=1}^{n} q_i$; q_i — вероятность отсутствия каких-либо непроизводительных затрат времени в i-м элементе блок-схемы установления соединения в рассматриваемой системе радиосвязи; n — число таких элементов.

Величина $p(1)$ представляет собой вероятность установления соединения с первой попытки. В системе коммутируемой радиотелефонной связи «Алтай» возможны различные структурные схемы установления соединения, соответствующие разным видам связи (табл. 71).

---

* Материал составлен канд. техн. наук Г. М. Матлиным.

Таблица 71

Возможные схемы организации радиосвязи «Алтай» и модели установления соединения

Вид связи	Схема организации связи	Структурная схема установления соединения
Подвижный абонент — диспетчерский пункт или центральный диспетчерский пункт	АС; ПП ЦС; КО; ЦДП; ДП	P_1, $\bar{t}_1$; q_1, $t_1=0$; T_T; $P_5(P_6)$, $(\bar{t}_6)$, $\bar{t}_5$; $q_5(q_6)$, $(t_6=0)$, $t_5=0$; T_u
Подвижный абонент — абонент АТС	АС; ПП ЦС; КО; АТС	P_1, $\bar{t}_1$; q_1, $t_1=0$; T_T; P_2, $\bar{t}_2$; P_3, $\bar{t}_3$; P_4, $\bar{t}_4$; q_2, $t_2=0$; q_3, $t_3=0$; q_4, $t_4=0$; T_u
Диспетчерский пункт или центральный диспетчерский пункт — подвижный абонент	АП; ЦДП; КО; ПП ЦС; АС	$P_5(P_6)$, $(\bar{t}_6)$, $\bar{t}_5$; $q_5(q_6)$, $(t_6=0)$, $t_3=0$; T_T; P_1, $\bar{t}_1$; q_1, $t_1=0$; T_u

Абонент АТС — подвижный абонент	АТС, КО, ПП ЦС, АС	p_4, $\bar{t}_4$, q_4, $t_4=0$, T_T, p_2, $\bar{t}_2$, q_2, $t_2=0$, p_1, $\bar{t}_1$, q_1, $t_1=0$, $T_и$
Подвижный абонент — подвижный абонент	АС, АС, ПП ЦС, КО	p_1, $\bar{t}_1$, q_1, $t_1=0$, T_T, p_1, $\bar{t}_1$, q_1, $t_4=0$, $T_и$
Подвижный абонент — диспетчерский пункт или центральный диспетчерский пункт — абонент АТС (ручное обслуживание)	ПП ЦС, КО, ДП, ЦДП, АТС	p_1, $\bar{t}_1$, q_1, $t_1=0$, T_T, p_2, $\bar{t}_2$, q_2, $t_2=0$, $p_5(p_6)$, $(\bar{t}_6)$, $\bar{t}_5$, $q_5(q_6)$, $(t_6=0)$, $t_5=0$, p_4, $\bar{t}_4$, q_4, $t_4=0$, $T_и$

Продолжение табл. 71

Вид связи	Схема организации связи	Структурная схема установления соединения
Подвижный абонент — диспетчерский пункт или центральный диспетчерский пункт — подвижный абонент (ручное обслуживание)	АС, АС, ПП ЦС, КО, ДП, ЦДП	p_1, $\bar{t}_1$, q_1, $t_1=0$, T_T, $p_5(p_6)$, (t_6), $\bar{t}_5$, $(t_6=0)$, $q_5(q_6)$, $t_5=0$, p_1, $\bar{t}_1$, q_1, $t_1=0$, T_u
Центральный диспетчерский пункт — диспетчерский пункт	ЦДП, КО, ДП	p_5, $\bar{t}_5$, q_5, $t_5=0$, T_T, p_6, $\bar{t}_6$, q_6, $t_6=0$, T_u

Примечание. p_1 — вероятность ожидания освобождения одного из каналов, если все они были заняты, или вероятность того, что все каналы заняты; p_2 — вероятность ожидания освобождения соединительных путей на центральной станции и АТС; p_3 — вероятность того, что вызываемый абонент занят другим разговором; P_4 — вероятность того, что абонент не находится в непосредственной близости от средства связи и имеют место затраты времени на подход к этому средству; p_5 — вероятность ожидания освобождения соединительных путей к ЦДП; p_6 — вероятность ожидания освобождения соединительных путей к ДП; q_1 — вероятность того, что по крайней мере один канал свободен; q_2 — вероятность того, что на центральной станции и АТС имеется по крайней мере один свободный соединительный путь к вызываемому абоненту; q_3 — вероятность того, что средство связи вызываемого абонента не занято; q_4 — вероятность того, что абонент находится в непосредственной близости от средства связи; q_5 — вероятность того, что по крайней мере один соединительный путь к ЦДП свободен; q_6 — вероятность того, что по крайней мере один соединительный путь к ДП свободен; t_1 — ожидание освобождения хотя бы одного канала; t_2 — ожидание освобождения хотя бы одного соединительного пути на центральной станции и АТС; t_3 — ожидание освобождения вызываемого абонента от предыдущего разговора; t_4 — подход вызываемого абонента к средству связи; t_5 — ожидание освобождения хотя бы одного соединительного пути к ЦДП; t_6 — ожидание освобождения хотя бы одного соединительного пути к ДП; $T_{\text{Т}}$ — среднее время, затрачиваемое абонентом на выполнение технически необходимых операций; $T_{\text{И}}$ — время передачи информации.

При автоматическом способе установления соединения наименее эффективна связь «Подвижный абонент системы «Алтай» — абонент АТС». Поэтому если при данном виде связи будет обеспечена требуемая оперативность, то она тем более будет достигнута и при других видах связи. Для определения оперативности рассматриваемого вида связи необходимо иметь выражение для расчета величин, характеризующих модель этого вида связи. Искомые выражения получаются с использованием теории массового обслуживания (входящий поток требований — пуассоновский, время обслуживания — показательное) и с учетом того, что

$$p_i = 1 - q_i.$$

Эта формула показывает, что рассматриваются только два возможных состояния каждого элемента структурной схемы установления соединения — ожидание есть и ожидания нет.

Величины q_i и t_i можно определить по формулам:

$$q_1 = \frac{\sum\limits_{k=0}^{7} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{k!\,(v-k)!}}{\sum\limits_{k=0}^{8} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{k!\,(v-k)!} + \sum\limits_{k=9}^{v} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{8^{k-8}\,8!\,(v-k)!}};$$

$$q_2 = \frac{0{,}98 \sum\limits_{k=0}^{3} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{k!\,(v-k)!}}{\sum\limits_{k=0}^{4} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{k!(v-k)!} + \sum\limits_{k=5}^{v} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{4^{k-4}\,4!\,(v-k)!}};$$

$$q_3 = \frac{1}{1 + m\lambda T + \sum\limits_{k=2}^{m} \frac{m!\,(\lambda_2 T)^k}{(m-k)!}};$$

$$t_1 = \frac{\sum\limits_{k=9}^{v} \frac{(k-8)\,v!\,(\lambda_1 T)^k}{8^{k-8}\,8!\,(v-k)!}}{\sum\limits_{k=0}^{8} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{k!\,(v-k)!} + \sum\limits_{k=9}^{v} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{8^{k-8}\,8!\,(v-k)!}};$$

$$t_2 = \frac{\sum\limits_{k=5}^{v} \frac{(k-4)\,v!\,(\lambda_1 T)^k}{4^{k-4}\,4!\,(v-k)!}}{\sum\limits_{k=0}^{4} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{k!\,(v-k)!} + \sum\limits_{k=5}^{v} \frac{v!\,(\lambda_1 T)^k}{4^{k-4}\,4!\,(v-k)!}} + \varepsilon;$$

$$t_3 = \frac{\sum\limits_{k=1}^{m} \frac{(k-1)\, m!\, (\lambda_2 T)^k}{(m-k)}}{1 + m\lambda_2 T + \sum\limits_{k=2}^{m} \frac{m!\, (\lambda_2 T)^k}{(m-k)!}},$$

где 8 — число радиоканалов в системе «Алтай»; λ_1 и λ_2 — количество вызовов в час наибольшей нагрузки, поступающих соответственно от абонентской станции системы «Алтай» и от абонента АТС; v — число абонентских радиостанций, включенных в систему «Алтай»; T — средняя продолжительность одного разго-

Таблица 72

Возможные схемы организации прямой радиосвязи и модели установления соединения

Вид связи	Схема организации связи	Структурная схема установления соединения
Подвижный абонент—диспетчер	АС, ЦС	—
Подвижный абонент — подвижный абонент	АС, АС	p_1, $\bar{t}_1$, $T_Т$, $T_И$, q_0+q_1, $\bar{t}=0$
Диспетчер — подвижный абонент	ЦС, АС	—
Подвижный абонент — АТС	АС, ЦС, АТС	p_1, $\bar{t}_1$, p_3, $\bar{t}_3$, p_4, $\bar{t}_4$, $T_Т$, $T_И$, q_0+q_1, $t=0$, $t_3=0$, q_3, $t_4=0$, q_4

П р и м е ч а н и е. q_0 — вероятность того, что радиоканал свободен и ожидающих не имеется; q_1 — вероятность того, что радиоканал занят, но ожидающих не имеется; q_3 — вероятность того, что средство связи вызываемого абонента не занято; q_4 — вероятность того, что вызываемый абонент находится в непосредственной близости от средства связи; p_1 — вероятность ожидания освобождения канала или вероятность того, что канал занят; p_3 — вероятность того, что вызываемый абонент занят другим разговором; p_4 — вероятность того, что абонент находится в непосредственной близости от средства связи; t_1 — ожидание освобождения канала; t_3 — ожидание освобождения вызываемого абонента от предыдущего разговора; t_4 — подход вызываемого абонента к средству связи; $T_Т$ — среднее время, затрачиваемое абонентом на выполнение технически необходимых операций; $T_И$ — время передачи информации.

вора; 4 — число исходящих соединительных линий от центральной станции системы «Алтай» к АТС; m — количество лиц, пользующихся одним телефонным аппаратом АТС; 0,98 — вероятность отсутствия занятости соединительных путей на АТС декадно-шаговой системы; ε — время ожидания освобождения соединительных путей на АТС.

С помощью ЭВМ по программе, разработанной А. П. Савиным и Г. В. Павловым, была рассчитана оперативность некоммутируемой (прямой) радиосвязи. Схема организации связи и модель установления соединения для этого случая приведены в табл. 72. Объем вычислений существенно уменьшается, и расчетная формула имеет вид

$$S = p(1) = q_0 q_1,$$

где q_0 и q_1 — вероятности того, что радиоканал соответственно свободен и занят и ожидающих не имеется.

Очевидно, что в принятых выше обозначениях

$$p(1) = \frac{v\lambda T}{\left[\sum\limits_{k=0}^{v} \frac{v!}{(v-k)!} (\lambda T)^k\right]^2} = \frac{vy}{\left[\sum\limits_{k=0}^{x} \frac{v!}{(v-k)!} y^k\right]^2}.$$

Из этой формулы следует, что величина p (1), в отличие от таковой в случае системы «Алтай», может быть выражена как функция произведения $y = \lambda T$. Расчетные графики даны на рис. 37.

2. Номенклатура и оптовые цены аппаратуры

Аппаратура	Тип или марка	ГОСТ или ТУ	Действующая оптовая цена на 1 января 1972 г., руб.—коп.
Станции телефонные			
Станция телефонная автоматическая координатной системы	АТСК-50/200	РР0.122.107 ТУ	—
Станция телефонная автоматическая координатной системы (основное оборудование)	АТСК-100/2000	РР0.122.093 ТУ	96—00 (за номер)
Станция телефонная автоматическая городской координатной системы с релейным управлением	АТС-К	РС0.210.541 ТУ	—
Станция телефонная автоматическая городская декадно-шаговой системы	АТС-54А	РС0.122.035 ТУ	—
Станция телефонная учрежденческая емкостью, номеров:	УРТС-100/600	РР1.220. $\frac{020}{025}$ ТУ	—
100	—	—	656—00
200	—	—	1304—00
300	—	—	2035—00
400	—	—	2667—00
500	—	—	3368—00
600	—	—	3961—00
Станция телефонная автоматическая учрежденческая декадно-шаговой системы (основное оборудование) емкостью, номеров:	УАТС-49	РР0.122.116 ТУ	—
100	—	—	1817—00
200	—	—	3189—00
300	—	—	4653—00
400	—	—	5715—00
500	—	—	7080—00
600	—	—	8407—00
700	—	—	9504—00
800	—	—	10893—00
900	—	—	12005—00
Станция телефонная автоматическая координатной системы (учрежденческая)	АТСК-100/2000	РР0.122.093 ТУ	—
Станция телефонная междугородная	МТС—МРУ	РР0.122.106 ТУ	—
Станция полуавтоматической междугородной телефонной связи	СПМТС	РС0.211.034 ТУ	—
Аппаратура диспетчерской связи			
Станция административной связи	«Темп-40»	ШФ1.229.003 ТУ	1800—00
Станция оперативной связи	СОС-30/60	РВ1.220.024 ТУ	8300—00
Станция диспетчерской связи	СДС-М-50/100	РУ1.229.059 ТУ	1275—00
Установка оперативной связи	«Псков-1»	ШФ1.220.003 ТУ	860—00
То же	«Псков-2»	ШФ1.220.005 ТУ	1120—00
» »	«Псков-3»	ШФ1.220.011 ТУ	1400—00
Устройство переговорное	ПУ-1	РГ1.220.004 ТУ	75—00
Аппаратура громкоговорящей связи	ПГС-59	РУ0.122.007 ТУ	—
Усилитель абонентский	УА-2	ШФ2.032.002 ТУ	28—00
Усилитель дуплексный	УД-2	ШФ2.032.001 ТУ	57—00
Коммутатор оперативной связи	КОС-22М	РУ3.103.011 ТУ	125—00 (за комплект)

Продолжение

Аппаратура	Тип или марка	ГОСТ или ТУ	Действующая оптовая цена на 1 января 1972 г., руб.—коп.
Усилитель симплексный	УС-5	РУ 2.106.011 ТУ	4—40
Усилитель дуплексный	УД-1М	ШФ2.032.001 ТУ	35—50
Станция телефонная диспетчерская энергосистем	ЭДТС-55	РР0.122.104 ТУ	—
То же	ЭДТС-66	РР0.122.150 ТУ	—
Аппаратура производственной громкоговорящей связи	ПГСП3-1200М	45 ЭП-1684-63 СТУ	77—00
То же	ПГС-1К	45 ЭП-1631-63 СТУ	92—00
Установка директорской громкоговорящей связи:	ДГУ-1М	РУ0.210.002. ТУ	—
на 10 абонентов	—	—	455—00
на 20 абонентов	—	—	525—00
Телеграфная аппаратура			
Трансмиттер	ТМ-67	РК2.167.012 ТУ	280—00
Ондулятор	0-7М	РК2.164.010 ТУ	541—00
Аппарат телеграфный автоматизированный	СТА-М-67	М92.170.002 ТУ	430—00
Аппарат телеграфный рулонный	РТА-60 («Риони»)	РК2.170.000 ТУ	2300—00
То же	РТА-60ВТ («Риони»)	РК2.170.016 ТУ	1750—00
Перфоратор	П-1	04.051.005 ТУ	213—00
Приставка для автоматики	СТАП-М-67	РК0.005.034 ТУ	87—00
Передатчик клавиатурный	КП	РК2.170.011 ТУ	425—00
Станция автоматическая абонентского телеграфа	АТА-МК-2	МРТУ 45.1211—69	—
Станция телеграфная автоматическая координатной системы	АТА-К	РР0.122.130	475—00 (за абонент)
Станция телеграфная автоматическая координатной системы	АПС-К	РР0.122.127 ТУ	—
Коммутатор телеграфный	ЛБК-64	$\frac{\text{ТУ}}{\text{ЦШ}}$ · 316—65	515—00
Фототелеграфная аппаратура			
Аппаратура фототелеграфная:	«Нева»	—	—
передатчик	ФДБ	РЮ2.165.074 ТУ	1320—00
приемник	ФПБФ	РЮ2.165.071 ТУ	1420—00
Аппаратура факсмильная:	ФТА-П2	РД2.165.036 ТУ	—
приемная	ФТА-ПП2	—	950—00
передающая	ФТА-ПД2	—	1350—00
Аппарат передающий факсмильный	ФАК-ДМ («Ладога»)	РД2.165.039 ТУ	2900—00
Аппарат приемный факсмильный	ФАК-П	РД1.271.003 ТУ	2350—00
Аппаратура фототелеграфная:	«Газета-2»	—	—
приемник	Ф1ПК	РЮ2.165.238 ТУ	48680—00
передатчик	Ф1ДК	РЮ2.165.237 ТУ	50453—00
стойка задающего генератора	—	РЮ2.210.003 ТУ	8705—00
Приставка осциллографическая	ОП-59	РД2.044.001 ТУ	70—00
Приставка линейная	ПЛ	РД2.162.000 ТУ	420—00
Радиостанции			
Система радиосвязи «Алтай-1»:			
центральная станция (передатчик)	17РТС Ц1-ЧМ («Алтай-ЦС-1»)	ГОСТ 12252—66	8450—00
центральная радиостанция (передатчик приемник)	17РТС Ц1-ЧМ («Алтай-ЦС-1»)	ШИ2.022.000 ТУ	6060—00
абонентская радиостанция	15РТМ-А2-ЧМ («Алтай-АС-1»)	ГОСТ 12252—66; ШИ101.000 ТУ	1980—00
Система радиосвязи «Алтай-3»:			
радиостанция центральная стационарная (передатчик)	«Алтай ЦС-3»	ШИ2.014.035 ТУ	9800—00
радиостанция центральная стационарная (приемник)	«Алтай ЦС-3»	ШИ2.022.002 ТУ	8767—00

Продолжение

Аппаратура	Тип или марка	ГОСТ или ТУ	Действующая оптовая цена на 1 января 1972 г., руб.—коп.
Система радиосвязи «Гранит»:			
радиостанция мобильная абонентская симплексная	1 РТМ-А2-ЧМ	ГОСТ 12252—66; ИП1.100.015 ОТУ	740—00
то же, дуплексная	2 РТМ-А2-ЧМ	ИП1.100.016 ТУ	680—00
радиостанция стационарная абонентская симплексная	26РТС-А2-ЧМ	ИП1.100.013 ТУ	900—00
то же, дуплексная	27РТС-А2-ЧМ	ИП1.100.121 ТУ	855—00
радиостанция центральная симплексная	3РТС-Ц2-ЧМ	ИП1.201.089 ТУ	1920—00
то же, дуплексная	4РТС-Ц2-ЧМ	ИП1.201.073 ТУ	3930—00
радиостанция стационарная абонентская симплексная «Гранит-АС-57»	32РТС-А2-ЧМ	ШЫ0.110.000 ТУ	915—00
радиостанция мобильная абонентская симплексная «Гранит-АС-57»	31 РТС-А2-ЧМ	ШИ0.110.000 ТУ	890—00
Радиостанция серии «Пальма»	24 РТМ-А2-ЧМ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ.200.014 ТУ	2000—2750
Радиостанция носимая «Недра-3»	37 РТ-0,5-2-ОМ	ИГ2.000.008 ТУ	—
То же, «Карат»	6 РТ-0,5-2-ОМ	ГОСТ 13260—67; ШИ2.000.142 ТУ	375—00
То же, «Алмаз»	29 РТ-5-2-ОМ	ГОСТ—13260—67; ШИ0.120.003 ТУ	3600—00
То же, «Кактус-58-Р1»	21 РТН-2-ЧМ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.074 ТУ	525—00
Радиостанция портативная	«Стройка»	ШИ0.110.001 ТУ	1072—00
Радиостанция портативная «Ласточка-60Р1»	20 РТП-2-ЧМ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.073 ТУ	415—00
Радиостанция носимая «Сирена-63Р1»	23 РТН-2-ЧМ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.090 ТУ	840—00
Радиостанция портативная «Тюльпан-61Р1»	22 РТП-2-ЧМ	ГОСТ 12252—66; ЯЕ2.000.075 ТУ	400—00
Радиостанция стационарная РСО-300 («Родник»)	5РТ-300-2-ОМ	ГОСТ 13260—67; ИТ1.200.002 ТУ	6300—00
То же, РСО-30 («Полоса-2»)	28 РТ-50-2-ОМ	ГОСТ 13260—67; ИТ1.200.000 ТУ	1310—00÷1640—00
То же, «Гроза»	30 РТ-5-2-ОМ	ГОСТ 13260—67; ШИ0.110.003 ТУ	1900—00÷2200—00
То же, «Нива»	36 РТ-0,5-2 ОМ	ГОСТ 13260—67; ИГ2.000.009 ТУ	—
Система персонального вызова	«Связь»	ШИ0.110.008 ТУ	6000—00÷12440—00
Радиорелейные станции			
Аппаратура радиорелейная Р-600/М:			
стойка высокой частоты приемопередающая основного (главного) ствола	Р-600М	0Ф2.000.027—038ТУ	5400—00
то же, ствола служебной связи оконечной станции	Р-600М	0Ф2.000.019—022ТУ	2700—00
то же, ствола служебной связи промежуточной станции	Р-600М	0Ф2.000.023—026ТУ	4830—00
стойка телефонная оконечная	Р-600М	750—62 ТУ	4300—00
стойка телевизионная оконечная	Р-600М	678—62 ТУ	10 250—00
стойка телевизионная промежуточной станции	Р-600М	679—62 ТУ	8660—00
стойка автоматики оконечной (главной) станции	Р-600М	РП2.070.039—045ТУ	1360—00
стойка автоматики промежуточной станции	Р-600М	РП2.070.046—052ТУ	1220—00

Продолжение

Аппаратура	Тип или марка	ГОСТ или ТУ	Действующая оптовая цена на 1 января 1972 г., руб.—коп.
Аппаратура радиорелейная Р-600/М			
стойка управления горячим резервом	Р-600М	734—62 ТУ	2500—00
стабилизатор напряжения на 6 *ква*	Р-600М	РП3.238.000 ТУ	338—00
антенна рупорно-параболическая (РПА-2)	Р-600М	РП2.060.254 ТУ	2165—00
фильтр разделительный	Р-600М	РП2.067.430—433 ТУ	1300—00
тракт волноводный внешний	Р-600М	РП0.209.002 ТУ	1960—00
тракт волноводный внутренний	Р-600М	РП0.209.001 ТУ	1775—00÷3560—00
стойка высокочастотная приемопередающая	Р-600-2М	372.000. $\frac{024}{035}$	—
комплекс высокочастотный приемопередающий	Р-600-2МВ	3Г2.000. $\frac{058}{061}$ ТУ	—
Станция радиорелейная:	РРС-1М	ЕК0.110.001 ТУ	1830—00
с питанием от сети переменного тока			
с питанием от сети переменного тока или от аккумуляторных батарей	—	—	2275—00
Станция радиорелейная	РРС-1МС	ЕК0.110.001 ТУ	1580—00
Аппаратура радиорелейная	«Контейнер»	ЖЫ1.105.000.002 ТУ	10400—00÷28200—00
Аппаратура передачи данных			
Аппаратура передачи данных	«Аккорд-1200ПП»	РЮ1.224.011 ТУ	50360—00
Устройство защиты от ошибок	«Аккорд-1200ПП»	РЮ2.000.054 ТУ	29480—00
Устройство преобразования сигналов	«Модем-1200»	РЮ1.224.014 ТУ	—
Аппаратура передачи данных	«Аккорд-50»	РЮ2.000.056 ТУ	34000—00
Измеритель краевых искажений	ИКИ	РЮ2.770.032 ТУ	9180—00
Прибор выявления ошибок	ПВО	РЮ2.770.033 ТУ	9855—00
Аппаратура передачи данных:			
передающая	«Аккорд-1200ПД»	РЮ1.224.012 ТУ	—
приемная	«Аккорд-1200ПМ»	РЮ1.224.013 ТУ	—
Аппаратура передачи данных	«Минск-1500»	Е13.049.000 ТУ	5000—00
Устройство сопряжения	«Минск-1571»	Е13.049.010 ТУ	2975—00
Средства сбора и передачи производственной информации			
Устройство набора и автоматической передачи	Р-901	—	2000—00
Устройство регистрации	Р-902	—	12000—00
Система сбора производственной информации	«Донецк-1»	—	12500—00

Содержание

Гарри Михайлович Мясковский, канд. техн. наук,
Юрий Андреевич Кривоногов, инж.,
Петр Андреевич Колесниченко, инж.,
Гарий Александрович Конрад, инж.,
Григорий Александрович Прокошин, инж.

Справочник
по техническим средствам сбора и передачи информации

Редактор издательства *В. А. Прилипко*
Обложка художника *Н. М. Петренко*
Художественные редакторы *Б. М. Бойко, Е. В. Попов*
Технический редактор *Е. М. Бабич*
Корректор *Т. Е. Царинская*

Сдано в набор 6.XII. 1972 г. Подписано к печати 20.VI. 1973 г. Формат бумаги $60\times90^1/_{16}$. Бумага типографская № 3. Объем: 18,0 физ. л.; 18,0 усл. л.; 23,78 уч.-изд. л. Тираж 25000. Зак. № 2-401. БФ 05983. Цена 1 руб. 33 коп. Издательство «Техніка», 252601, Киев, 1, ГСП, Пушкинская, 28.

Книжная фабрика им. М. В. Фрунзе Республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, Харьков, Донец-Захаржевская, 6/8.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

В 1974 г. издательство «Техніка» выпускает следующие книги:

Кривоногов Ю. А. и др.

Справочник по оргтехнике.

Язык русский, 20 лист., цена 1 руб. 60 коп.

В справочнике приведены основные понятия, определения, особенности функционирования и технические данные серийно выпускаемых технических средств оргтехники, применяемых на различных уровнях систем управления производством. Рассмотрены технические средства подготовки, составления, копирования, размножения накопления и обработки информации, их классификация, рекомендации по выбору и области применения, вопросы экономической эффективности.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой систем управления производством, а также может быть использован студентами вузов соответствующих специальностей.

Заренин Ю. Г. и др.

Надежность и эффективность АСУ.

Язык русский, 20 лист., цена 1 руб. 60 коп.

Книга посвящена одной из важнейших проблем теории и практики разработки автоматизированных систем управления (АСУ) — обеспечению надежности и эффективности АСУ в условиях эксплуатации. Рассмотрены АСУ промышленного типа, для которых основным качественным показателем является экономическая эффективность. Описаны основные характеристики и показатели надежности и эффективности. Предложены практические методы решения задач по обеспечению высокого уровня надежности и эффек-

тивности АСУ. На примере сложной многосвязной системы автоматического управления доменным процессом, показаны программа и результаты проведенных работ.

Рассчитаны на инженерно-технических работников, занимающихся разработкой, проектированием и эксплуатацией АСУ. Может быть полезна студентам вузов соответствующих специальностей.

Лопата А. Т.

Постоянная информация в управлении производством.

Язык русский, 13 лист., цена 1 руб. 10 коп.

Изложены вопросы организации постоянной информации на приборостроительном предприятии в условиях применения ЭВМ, дан анализ экономической информации для решения учетно-плановых задач, предложена новая методика обследования предприятия, позволяющая значительно сократить его срок, значительное внимание уделено классификации массивов, кодированию и выбору носителей постоянной информации, описан метод формирования машинных документов на магнитных лентах.

На конкретных примерах рассмотрены методы использования постоянной информации при решении задач по технической подготовке производства, планированию, бухгалтерскому учету и приведены принципиальные схемы обработки и алгоритмы решения в виде блок-схем.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, внедрением и эксплуатацией АСУП, а также может быть полезной студентам вузов соответствующих специальностей.

Книги можно заказать предварительно в местных магазинах или в издательстве.

Наш адрес: 252601, Киев, 1, ГСП. Пушкинская, 28.

Издательство «Техніка».

1 руб. 33 коп.

СПРАВОЧНИК по техническим средствам сбора и передачи информации